

**ANALISA KEGAGALAN PADA PENGUJIAN TARIK
MATERIAL KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA**



SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Ujian Sarjana Strata Satu
pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas IBA

Disusun oleh:

NUGRAHA ADITYA

NPM : 19320004

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK IBA

PALEMBANG

2025

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nugraha Aditya

NPM :19320004

Judul Skripsi : Analisa Kegagalan Pada Pengujian Tarik Material
Komposit Serat Sabut Kelapa.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang saya buat ini merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila dikemudian hari ternyata penulisan Skripsi ini merupakan plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib Universitas IBA.

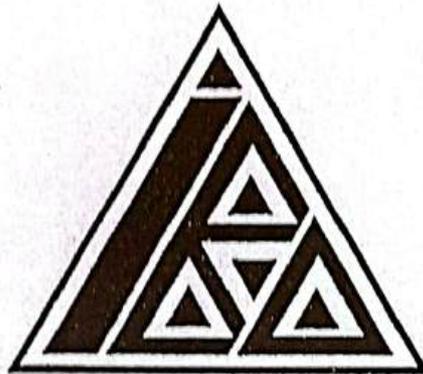
Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

Palembang, 13 Januari 2025



Nugraha Aditya

**ANALISA KEGAGALAN PADA PENGUJIAN TARIK
MATERIAL KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA**



SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Ujian Sarjana Strata Satu
pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas IBA

Mengetahui,

Palembang, Januari 2025

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Program Studi
Teknik Mesin,



Dr. Ir. Hardianti Haruno, M.T.
NIK. 03 24 514

Reuy Afriany, S.T., M.Eng
NIK. 02 05 171

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS IBA

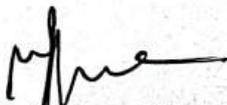
AGENDA NO :.....
DITERIMA TGL :.....
PARAF :.....

ANALISA KEGAGALAN PADA PENGUJIAN TARIK
MATERIAL KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA

NAMA : Nugraha Aditya
NPM : 19320004
SPESIFIKASI : Material Komposit Polimer

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Reny Afriany, S.T., M.Eng
NIK. 02 05 171

Pembimbing Pendamping



Ir. Asmadi, M.T
NIK. 02 09 045

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Reny Afriany, S.T., M.Eng
NIK. 02 05 171

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini dengan judul : Analisa Kegagalan Pada Pengujian Tarik Material
Komposit Serat Sabut Kelapa.

Penyusun : Nugraha Aditya
NPM : 19320004
Program Studi : Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana (ujian komprehensif)
dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Univeristas IBA.

TIM PENGUJI

Ketua : Reny Afriany, S.T., M.Eng
Anggota : 1. Arie Yudha Budiman, S.T., M.T
2. Ir. Asmadi Lubay, M.T
3. Ir. Ratih D Andayani, M.T.
5. Yeny Pusvyta, S.T., M.T

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

Ditetapkan di : Palembang

Tanggal : 17 Januari 2025

ABSTRAK

Di era teknologi yang mulai berkembang, penggunaan serat alam sebagai komposit mulai banyak digunakan. Misalnya serat sabut kelapa sebagai material komposit. Material komposit memiliki sifat mekanik yang kuat, tahan korosi, ringan, dan dapat digunakan sebagai material pengganti logam. Karena banyaknya keunggulan serat sabut kelapa dipilih dan digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat suatu bahan. Komposit adalah gabungan dari dua atau lebih material berbeda yang terdiri dari fiber dan matriks, penelitian ini menggunakan metode *hand lay up* serat (fiber) serat sabut kelapa, dan matriks yang digunakan yaitu Resin Polyester, dengan perbandingan 30% serat 70% resin penyusunan serat searah panjang serat 120 mm, 40% serat 60% resin penyusunan serat searah panjang serat 120 mm, 30% serat 70% resin penyusunan serat acak panjang serat 30 mm dan 40% serat 60% resin penyusunan serat acak panjang serat 30 mm dengan perendaman NaOH selama 2 jam. Pada penelitian ini peneliti mengkaji kekuatan Tarik dari komposit serat sabut kelapa. Standar untuk pengujian Tarik menggunakan standar ASTM D 3039. Hasil pengujian dari material komposit yang diperkuat serat sabut kelapa menunjukkan pada komposisi 30% serat 70% resin searah panjang serat 120 mm memiliki kekuatan tarik terbesar yaitu sebesar 25,02 MPa, dan komposit serat sabut kelapa dengan komposisi 40% serat dan 60% resin acak panjang serat 30 mm memiliki kekuatan tarik terkecil yaitu sebesar 7,47 MPa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa orientasi dan panjang serat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik komposit.

Kata kunci : komposit, *hand lay up*, serat sabut kelapa, resin polyester, uji tarik.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur dan kerendahan hati, karya ini kupersembahkan kepada Allah SWT, yang senantiasa memberikan kekuatan dan petunjuk-Nya. Kepada Rasulullah Muhammad SAW, teladan terbaik sepanjang masa

“ Skripsi ini saya persembahkan sepenuhnya kepada kedua orang tua tercinta Bapak dan Ibu yang selalu mendoakan, mendukung, serta mencurahkan kasih sayang tiada henti. Kepada kedua kakak yang senantiasa memberi motivasi dan dukungan di setiap langkah. Kepada adik tercinta yang selalu memberi semangat. Terima kasih juga kepada dosen- dosen Fakultas Teknik Universitas IBA Palembang yang dengan sabar membimbing, teman-teman seperjuangan yang menjadi penyemangat. Almamaterku tercinta, almamater oranye, terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup ini.”

Motto :

- ❖ Tidak ada kekuatan kecuali dengan Allah. (QS. Al-Kahfi: 39)
- ❖ Kegagalan bukanlah kehancuran, tapi kesempatan untuk memulai Kembali. (QS. Al-Baqarah: 155)
- ❖ Hidup tidak mesti dipikirkan tetapi hidup mesti kita jalani.
- ❖ Terkadang kita diuji bukan untuk menunjukkan kelemahan kita, tetapi untuk menemukan kekuatan kita.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami ucapkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunianya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Analisa Kegagalan Pada Pengujian Tarik Material Komposit Serat Sabut Kelapa**”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S-1) pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA Palembang.

Dalam mengerjakan tugas akhir ini bukanlah hal mudah untuk dilalui. Berbagai macam dinamika yang terjadi, sehingga menimbulkan banyak masalah. Namun bagaimanapun apa yang telah penulis lakukan dan kerjakan dalam perancangan ini akan selalu menjadi sejarah dalam penulis.

Penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Hardayani, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA.
2. Ibu Reny Afriany, ST, M. Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas IBA, dosen pembimbing akademik dan selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberi arahan, bantuan, dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Asmadi, MT selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberi arahan, bantuan, dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Mesin Universitas IBA yang Telah memberikan pengetahuan yang bermanfaat selama masa perkuliahan.
5. Kedua orang tua yang tersayang, ayah saya Suwandi dan ibu saya Tumiarisih yang banyak memberikan dukungan, kasih sayang, dan selalu mendo'akan sampai terselesainya tugas akhir ini.
6. Kedua kakak tersayang, Nanda Nata Kesuma dan Rosi Anggoro yang selalu memotivasi dan selalu mendukung adiknya selama ini.
7. Adik tercinta, yaitu Wanda Amelia yang selalu memberi dukungan serta mendo'akan kakaknya selama ini.
8. Teruntuk Alyya Amatullah, yang selalu menjadi penyemangat, memberi

do'a dan mensupport dalam keadaan apapun

9. Rekan seperjuangan Teknik Mesin Angkatan 2019 dan 2020 M. Sobri Saputra, Thorik Alfajri, Muhammad Risky, Rizki Wahyu Azami, Cahyo Ruswanto, Andy Maulana yang selalu membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini dalam keadaan apapun.
10. Rekan-rekan Karang Taruna Hikmah II yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan tulisan ini, sekedar bercanda gurau dan menghibur di saat susah.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang turut memberikan kontribusi dalam bentuk apapun untuk kelancaran penyusunan skripsi ini.

Dengan menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan yang ada. Dengan demikian penulis telah berusaha sekuat tenaga untuk melakukan pengumpulan data, mengolah data, dan menganalisis data, hingga akhirnya melakukan penyusunan kedalam bentuk tugas akhir seperti ini. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis agar dapat memberi arahan menuju perbaikan kedepannya.

Palembang, Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematik Penulisan.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Komposit.....	5
2.1.1 Penyusun Komposit.....	6
2.1.2 Bahan Penguat Komposit.....	7
2.1.3 Bahan Penyusun Komposit.....	7
2.2 Komposit Serat.....	8
2.3 Jenis Serat.....	10
2.4 Metode Pembuatan Komposit.....	16
2.5 Pengaruh Panjang Serat, Komposisi, Pengaruh serat.....	17
2.6 Rumus Komposisi Komposit.....	19
2.7 Unsaturated Polyester Resin (UPR).....	19

2.8	Pengujian Spesimen Komposit.....	20
BAB III.....		
BAB III.....23		
METODE PENELITIAN 23		
3.1	Diagram Alir Metode Penelitian	23
3.2	Rancangan Eksperimen.....	23
3.3	Persiapan Bahan dan Alat	24
3.3.1	Proses Penyiapan Bahan Penelitian	24
3.3.2	Peralatan Penelitian	27
3.4	Pembuatan Spesimen Uji Tarik.....	29
3.5	Pengujian Spesimen.....	31
3.6	Pengolahan Dan Penganalisisan Data.....	32
BAB IV.....33		
PENGOLAHAN DATA..... 33		
4.1	Perhitungan Komposisi Komposit.....	33
4.2	Desain Percobaan	34
4.3	Hasil Pengujian Spesimen.....	35
BAB V..... 37		
HASIL DAN PEMBAHASAN..... 37		
5.1	Hasil.....	37
5.2	Pembahasan.....	39
BAB VI..... 44		
KESIMPULAN DAN SARAN..... 44		
6.1	Kesimpulan	44
6.2	Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA..... 46		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Reinforcement</i> dan Matriks.....	6
Gambar 2. 2 <i>Continuous Fiber Composite (CFC)</i>	9
Gambar 2. 3 <i>Woven Fiber Composite (WFC)</i>	9
Gambar 2. 4 <i>Discountinuous Fiber Composite (DFC)</i>	9
Gambar 2. 5 <i>Hybrid Fiber Compsite (HFC)</i>	10
Gambar 2. 6 Serat Karbon.....	10
Gambar 2. 7 Serat Aramid.....	11
Gambar 2. 8 Serat <i>Glass</i>	11
Gambar 2. 9 Serat <i>Basalt</i>	11
Gambar 2. 10 Serat Sabut Kelapa.....	12
Gambar 2. 11 Kelapa.....	13
Gambar 2. 12 Akar Pohon Kelapa	13
Gambar 2. 13 Batang Kelapa.....	14
Gambar 2. 14 Daun Kelapa	14
Gambar 2. 15 Bunga Kelapa.....	15
Gambar 2. 16 Buah Kelapa.....	15
Gambar 2. 17 Metode <i>Spray Lay-up</i>	16
Gambar 2. 18 Metode <i>Injection Moulding</i>	16
Gambar 2. 19 Metode <i>Hand Lay-up</i>	17
Gambar 2. 20 Proses Uji Tarik	20
Gambar 2. 21 Kurva Tegangan-strain (Zwick Roell).....	21
Gambar 2. 22 Kurva Tegangan-Regangan	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode pelaksanaan.....	23
Gambar 3. 2 Serat Serabut Kelapa	24
Gambar 3. 3 Penyisiran Serat Sabut Kelapa	25
Gambar 3. 4 Pengelompokkan Serat Sabut Kelapa	25
Gambar 3. 5 Perendaman Serat.....	25
Gambar 3. 6 Proses Pengeringan Serat.....	26
Gambar 3. 7 NaOH	26

Gambar 3. 8 Katalis.....	26
Gambar 3. 9 Resin <i>Polyester</i>	27
Gambar 3. 10 <i>Wax</i>	27
Gambar 3. 11 Mesin Zwick/Roell.....	28
Gambar 3. 12 Timbangan <i>Digital</i>	28
Gambar 3. 13 Cetakan Spesimen Uji Tarik	28
Gambar 3. 14 Gelas Ukur	29
Gambar 3. 15 Persiapan Cetakan	29
Gambar 3. 16 Pencampuran Resin dan Katalis.....	30
Gambar 3. 17 Peletakan Serat Sabut Kelapa	30
Gambar 3. 18 Proses Pengerasan Spesimen	30
Gambar 3. 19 Pelepasan Spesimen dari Cetakan.....	31
Gambar 3. 20 Dimensi Spesimen Uji Tarik.....	31
Gambar 5. 1 Grafik Hasil Uji Tarik.....	37
Gambar 5. 2 Grafik Modulus Elastisitas.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Massa Jenis Serat Sabut Kelapa (Rambe, 2011)	12
Tabel 3. 1 Rancangan Eksperimen	24
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Tahapan Pembersihan Serat Sabut Kelapa

Lampiran 2 : Tahapan Perendaman dan Pengeringan Serat Sabut Kelapa

Lampiran 3 : Tahapan Pembuatan dan Pengujian Spesimen Komposit

Lampiran 4 : Grafik Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era teknologi yang mulai berkembang saat ini penggunaan serat alam sebagai komposit mulai banyak digunakan, misalnya serat sabut kelapa sebagai material komposit. Material komposit memiliki sifat mekanik yang kuat, tahan korosi, ringan, dan dapat digunakan sebagai material pengganti logam. Karena banyaknya keunggulan serat sabut kelapa dipilih dan dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat suatu bahan. Serat sabut kelapa dapat diambil dengan mudah dan diproduksi dengan memanfaatkan limbah sabut kelapa yang terdapat di sekitar masyarakat. Terkait dengan penggunaan serat alam sebagai penguat dalam komposit, serat alam mempunyai keuntungan antara lain kekuatan spesifik dan modulusnya yang tinggi, densitas rendah, harga rendah, melimpah di banyak negara, emisi polusi udara yang lebih rendah dan dapat di daur ulang

Komposit serat alam memiliki keuntungan dibandingkan dengan komposit serat sintetis yaitu lebih ringan, ramah lingkungan, dan lebih murah, namun serat alam memiliki kekurangan yaitu luas penampangnya yang variatif, sifat sepanjang serat bervariasi dan sangat berpengaruh terhadap kondisi lingkungan. Panjang serat mempengaruhi berbagai sifat mekanik komposit, termasuk kekuatan tarik, modulus elastisitas, dan ketahanan terhadap kelelahan. Dalam konteks serat sabut kelapa, panjang serat yang optimal dapat meningkatkan efisiensi transfer beban dari matriks resin ke serat, yang pada gilirannya meningkatkan kekuatan keseluruhan komposit.

Beberapa keistimewaan pemanfaatan serat sabut kelapa sebagai bahan baru rekayasa antara lain menghasilkan bahan baru komposit alam yang ramah lingkungan dan mendukung gagasan pemanfaatan serat sabut kelapa menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi dan teknologi tinggi. Komponen utama komposit adalah matriks dan bahan penguat, matriks yang biasa digunakan adalah resin polyester, karena memiliki kelemahan yaitu kaku dan getas, oleh karena itu diberikan perkuatan sabut kelapa untuk mengetahui kekuatan komposit (Aris,

2015). Sabut kelapa merupakan bahan yang mengandung ligniseluosa yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti serat viber.

Komposit merupakan kombinasi dua bahan atau lebih yang menghasilkan bahan baru lebih baik dari pada komponen penyusunnya (Campbell, 2010). Saat ini bahan komposit dikembangkan oleh para peneliti sebagai bahan alternatif pengganti. Hal ini disebabkan oleh adanya keuntungan penggunaan bahan komposit seperti konstruksi menjadi lebih ringan, mudah dibentuk, tahan terhadap korosi dan proses pembuatan yang mudah serta tidak memerlukan investasi yang besar.

Pada penelitian ini fokus pada pengaruh panjang serat terhadap sifat mekanik material komposit serat sabut kelapa. Panjang serat merupakan faktor kritis dalam pembentukan struktur komposit karena mempengaruhi distribusi dan transfer beban di dalam material. Memahami bagaimana panjang serat mempengaruhi kekuatan komposit serat tebu dapat membantu dalam optimasi proses manufaktur dan aplikasi teknisnya.

Penelitian ini juga bertujuan untuk menyelidiki pengaruh panjang serat sabut kelapa terhadap sifat mekanik material komposit yang dihasilkan. Dengan mempertimbangkan variasi panjang serat sebagai variabel penelitian, akan di kaji bagaimana panjang serat mempengaruhi kekuatan tarik, kekuatan tekan, dan modulus elastisitas komposit serat sabut kelapa. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang mendalam tentang karakteristik mekanik komposit serat serabut kelapa dan membuka jalan bagi pengembangan aplikasi baru dalam industri kontruksi ringan, otomotif, dan manufaktur lainnya.

Pengikat serbuk kelapa tersebut menggunakan polimer sebagai meterialnya, sehingga menjadi sangat menarik untuk dilakukan penelitian mengenai papan kompsit dengan menggunakan material lain sebagai pengikatnya. Dengan prosedur sederhana, papan komposit ini akan dibuat dengan resin sebagai pengikatnya, dan sabut kelapa sebagai filler.

Dengan demikian, penelitian ini mendukung pengembangan teknologi berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam industri material. Dari latar belakang yang telah diuraikan maka penelitian ini diberi judul “Pengaruh panjang serat

terhadap kekuatan material komposit serat sabut kelapa”. Sehingga melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk dapat digunakan pada pembuatan panel-panel, dashboard, perangkat interior lainnya yang memiliki sifat mekanik yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh panjang serat sabut kelapa terhadap kekuatan tarik komposit dengan menggunakan standar ASTM D 3039?
2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi matriks dan serat terhadap kekuatan mekanik komposit serat sabut kelapa?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode *hand lay-up* digunakan untuk pembuatan komposit.
2. Waktu perendaman serat serabut kelapa dengan 6% NaOH selama 2 jam.
3. Resin Polyester SHCP 2688 digunakan dalam penelitian ini.
4. Variasi panjang serat yang digunakan 120 mm dan 30 mm
5. Arah penyusunan serat dalam proses pembuatan komposit adalah searah dan acak.
6. Pengujian tarik berdasarkan standar ASTM D 3039.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh panjang dan arah susunan serat terhadap kekuatan Tarik komposit serat sabut kelapa.
2. Mengetahui pengaruh variasi komposisi matriks dan serat terhadap kekuatan mekanik komposit serat sabut kelapa.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian tersebut dibagi menjadi dua, yaitu sebagai berikut:

1. Manfaat Langsung

Dapat mengetahui kekutan material komposit serat sabut kelapa, serta dapat mengetahui pengaruh kekuatan material terhadap perubahan panjang serat.

2. Manfaat tidak langsung

Secara tidak langsung, data yang diperoleh dalam penelitian ini dapat bermanfaat bagi industri kecil yang bergerak dibidang otomotif, juga bermanfaat bagi para peneliti selanjutnya.

1.6 Sistematik Penulisan

Penulisan laporan penelitian secara umum memuat unsur-unsur sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Pada bab ini memuat tulisan yang berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian.

BAB II Tinjauan Penelitian

Pada bab ini memuat tulisan yang berisi dasar teori, jenis material.

BAB III Metode Penelitian

Pada bab ini akan membahas tentang alat dan bahan yang dibutuhkan, cara melakukan penelitian, dan teknik pengumpulan data.

BAB IV Pengolahan Data

Pada bab ini akan dibahas tentang deskripsi data dan analisa data.

BAB V Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini akan dibahas tentang hasil dan pembahasan hasil data.

BAB VI Kesimpulan

Pada bab ini akan membahas tentang kesimpulan dari beberapa data hasil analisa dari pada pembahasan bab IV dan V.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Komposit merupakan suatu struktur yang tersusun atas beberapa bahan pembentuk tunggal yang digabungkan menjadi struktur baru dengan sifat yang lebih baik dibandingkan dengan masing-masing bahan pembentukannya. Oleh karena bahan pembentukannya berupa serat (*fiber*) maka disebut komposit serat. Jadi komposit serat dibentuk menggunakan bahan utama berupa serat yang diikat menggunakan bahan perekat atau pengikat (Hartono, 2016).

Penelitian material komposit alternatif serat sabut kelapa telah banyak dilakukan. Beberapa contoh Penelitian serat sabut kelapa yang telah dilakukan:

Penelitian tentang serat kelapa dengan metode eksperimental, variabel bebas yang digunakan jenis serat menjadi bahan perbandingan. Dan kekuatan tarik sebagai variabel terikat, dan untuk variabel terkontrol adalah perlakuan alkali dengan NaOH 5% selama 2 jam, perbandingan fraksi volume serat 80% dan fraksi volume polyester 20%, ukuran sesuai dengan standar uji tarik ASTM D 638, dan resin Yukalac tipe 157 BQTN. Hasil pengujian tarik tegangan komposit serat alam maksimum terdapat pada komposit dengan serat kelapa dengan nilai sebesar 5,902 MPa, hal ini dikarenakan besarnya kekuatan tarik bergantung pada luas penampang yang dimiliki serat, untuk komposit fiber glass diambil dari dashboard adalah 6,852 MPa (Irwanto, 2014).

penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume komposit serat sabut kelapa bermatrik resin polyester terhadap kekuatan lentur dan untuk mengetahui kekuatan maksimal komposit serat sabut kelapa bermatrik polyester. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen untuk membuat komposit serat sabut kelapa. Komposit serat sabut kelapa yang digunakan yaitu dengan variasi fraksi volume 25%, 30% dan 50%. Dibuat variasi ukuran penguat dari serat dan kemudian dibuat komposit dengan melakukan perendaman sabut kelapa menggunakan larutan alkali NaOH 5% selama 2 jam. Selanjutnya dilakukan uji spesimen. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa komposit dengan

fraksi volume 25% memiliki kekuatan tarik maksimal sebesar 61,967 (Mpa) dan yang paling rendah adalah komposit dengan fraksi volume 50% memiliki kekuatan tarik sebesar 36,575 (Mpa). (M. Saripuddin, 2022)

Pada penelitian ini, proses pembuatan komposit epoksi-serat sabut kelapa dibuat menggunakan metode cetakan terbuka (*Hand Lay Up*) dan pengujian sesuai dengan standar ASTM D638 menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Hasil pengujian kekuatan tarik komposit epoksi-serat sabut kelapa berdasarkan pengaruh rasio dan arah susunan epoksi-serat sabut kelapa mengalami peningkatan seiring dengan penambahan volume serat serta berpengaruh signifikan karena arah susunan serat. Diperoleh komposit yang memiliki kekuatan tarik tertinggi pada variasi rasio 14%:86%/90° dengan nilai sebesar 18,619 MPa. (FNP Sari, 2023)

2.1.1 Penyusun komposit

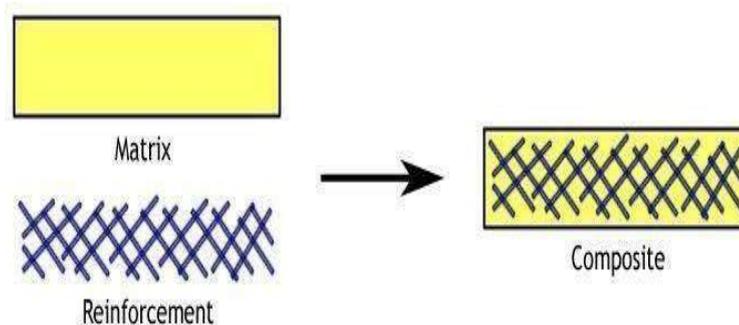
Penyusun komposit minimal ada dua bahan berbeda, kemudian disatukan untuk mendapatkan *mechanical propertiec* yang lebih baik dari kedua material tersebut. Berikut ini adalah penyusun komposit:

1. *Reinforcement* (penguat)

Reinforcement (penguat) adalah komponen utama yang berfungsi menjadi pondasi dalam menentukan besar atau kecilnya kekuatan komposit (Khotimah, 2018).

2. Matriks (penyusun)

Matriks (penyusun) adalah komponen utama yang berfungsi sebagai pengikat untuk melapisi serat agar terhindar dari berbagai macam kerusakan (Khotimah, 2018).



Gambar 2. 1 *Reinforcement* dan Matriks

2.1.2 Bahan Penguat Komposit

Berdasarkan jenis penguat komposit dapat diklasifikasikan sebagai berikut, yaitu:

1. *Particulate Composites*

Particulate Composites adalah composites yang memanfaatkan serbuk maupun partikel untuk penguat, kemudian mentransferkan secara menyeluruh kepada matriks untuk mempengaruhi daya kokoh material, sehingga memiliki keunggulan dapat mempengaruhi kekerasan dan kekuatan material komposit. *Particulate Composites* terbagi menjadi 2 jenis dilihat dari partikelnya, yaitu *large particle* dan *dispersion strengthend particle* (Arba, 2021).

2. *Structural Composites*

Structural Composites adalah composites yang digunakan oleh dua bentuk kembaran atau lapisan, kemudian digabungkan untuk menghasilkan kekuatan yang terbaik pada tiap lapisan komposit. Komposit dilihat dari strukturnya terbagi menjadi 2 macam, yaitu komposit struktur sandwich dan komposit struktur laminate. Komposit struktur sandwich adalah komposit yang terbentuk dari 2 lapisan yaitu material inti (*core*) di bagian tengahnya dan metal sheet sebagai kulit permukaan, untuk menghasilkan efisiensi berat yang optimal. Sedangkan komposit struktur laminate adalah komposit yang terbentuk dari perpaduan 2 atau lebih lamina kemudian terbentuk menjadi sebuah elemen struktur yang memiliki daya kokoh material yang baik (Arba, 2021).

3. *Fiber Composites*

Fiber Composites adalah composites yang terdiri dari serat penguat dan matriks sebagai pengikat serat. Serat berfungsi untuk menopang kekuatan komposit, sehingga kuat komposit tergantung dari jenis serat yang dipakai (Arba, 2021).

2.1.3 Bahan Penyusun Komposit

Adapun jenis bahan penyusun komposit diklasifikasikan sebagai berikut, yaitu:

1. *Metal Matrix Composites (MMC)*

MMC merupakan komposit yang bermatriks logam. MMC memiliki banyak kelebihan bila dibandingkan dengan PMC karena sifat mekanik baik, kekuatan tekan dan geser baik, dan tahan panas. MMC memiliki kekurangan, antara lain memiliki standarisasi material yang sedikit dan biaya pembuatan yang relatif mahal (Prabowo, 2007).

2. *Polymer Matrix Composites (PMC)*

PMC merupakan komposit yang bermatriks plastik. Komposit ini memiliki kelebihan antara lain memiliki ketahanan serta kekuatan baik, mudah dalam penyimpanan, memiliki berat yang ringan, dan biaya pembuatan relatif murah. Matriks Polymer memiliki 2 jenis yang sering digunakan adalah termoset dan thermoplastic. Termoset adalah bahan plastik yang bersifat permanen dan tidak bisa diubah kembali apabila dikeraskan, sedangkan termoplastic adalah bahan plastik yang bersifat flexibel dan bisa diubah kembali secara berulang-ulang (Prabowo, 2007).

3. *Ceramic Matrix Composites (CMC)*

PMC merupakan komposit yang bermatriks keramik. CMC sendiri dibuat melalui proses DIMOX. DIMOX adalah proses pembentukan komposit untuk menumbuhkan matriks keramik pada bagian penguat dengan memanfaatkan reaksi oksidasi leburan logam. CMC memiliki kelebihan yaitu tahan terhadap korosi dan memiliki ketahanan pada suhu tinggi. Sedangkan kekurangan CMC adalah hanya dapat dimanfaatkan pada aplikasi tertentu dan sangat sulit diproduksi secara massal (Prabowo, 2007).

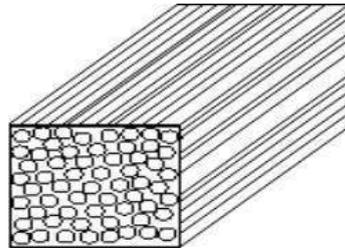
2.2 Komposit Serat

Komposit serat berdasarkan penempatan susunan dan panjang serat dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa tipe sebagai berikut:

1. *Continuous Fiber Composite (CFC)*

CFC adalah komposit *uni-directional* yang disusun arah seratnya memanjang dan lurus, sehingga terbentuk lamina pada matriksnya. Tipe komposit serat ini paling sering digunakan oleh banyak orang, walaupun memiliki kekurangan pada

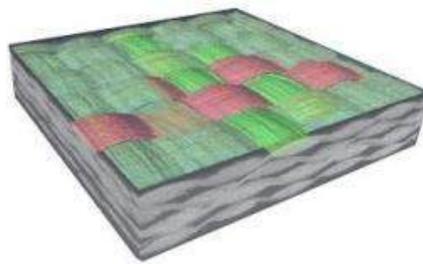
kekuatan diantar lapisan karena mudah terpengaruh oleh matriks yang digunakan (Rambe, 2011).



Gambar 2. 2 *Continuous Fiber Composite (CFC)*

2. *Woven Fiber Composite (WFC)*

WFC adalah komposit *bi-directional* yang memiliki arah penyusunan serat memanjang dan tidak luruh, sehingga menimbulkan kekakuan dan kekuatannya lemah, namun pemisahan antar lapisan tidak mudah terpengaruh (Yuniarti, 2011).



Gambar 2. 3 *Woven Fiber Composite (WFC)*

3. *Discontinuous Fiber Composite (DFC)*

DFC adalah jenis komposit berserat pendek yang disusun secara acak. Komposit serat ini terdiri dari *aligned discontinuous fiber*, *off-axis aligned discontinuous fiber*, dan *randomly oriented discontinuous fiber* (Abusiri, 2016).



Gambar 2. 4 *Discontinuous Fiber Composite (DFC)*

4. *Hybrid Fiber Composite (HFC)*

HFC adalah komposit yang berkombinasi serat lurus dan serat acak. Komposit HFC dimanfaatkan untuk menutupi kekurangan pada masing-masing tipe serat dan menyatukan kelebihan yang dimiliki oleh kedua serat (Abusiri, 2016).



Gambar 2. 5 Hybrid Fiber Composite (HFC)

2.3 Jenis Serat

Komposit serat menggunakan bahan utama berupa serat/benang. Serat merupakan gabungan dari banyak filamen dengan ukuran diameter dalam satuan mikron. Berdasarkan jenis serat komposit dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Serat Karbon

Serat karbon memiliki modulus elastilitas paling tinggi dibandingkan serat komposit lainnya. Selain itu, serat karbon memiliki suhu leleh dan ketahanan termal paling tinggi dibandingkan lainnya. (Hartono, 2016).



Gambar 2. 6 Serat Karbon

2. Serat Aramid

Serat Aramid memiliki kelemahan memiliki daya serap kelembaban (3%

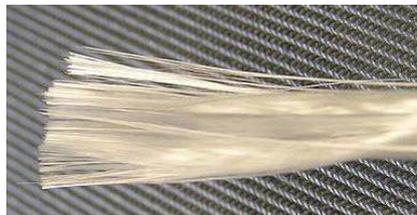
hingga 7%) paling tinggi dibandingkan dengan serat lainnya Oleh karena itu sistem handling serat aramid tergolong sangat ketat untuk menjaga mutu produk yang dihasilkan (Hartono, 2016).



Gambar 2. 7 Serat Aramid

3. Serat *Glass*

Serat *Glass* memiliki konduktivitas termal cukup rendah, namun lebih rendah dibandingkan dengan serat aramid. Serat *glass* paling banyak tersedia dipasaran, harganya cukup kompetitif. Serat *glass* dan juga serat basalt memiliki koefisien muai panjang cukup tinggi dibandingkan serat lainnya (Hartono, 2016).



Gambar 2. 8 Serat Glass

4. Serat *Basalt*

Serat *basalt* relatif belum banyak digunakan dalam skala komersial. Serat ini dikembangkan oleh negara Rusia (Ukraina dan Uzbekistan) menggunakan bahan bantuan basalt. Indonesia juga memiliki banyak sumber bantuan basalt dari letusan gunung berapi namun belum dieksplorasi secara komersial. Suhu leleh basalt (1450°C) sedikit lebih rendah dibandingkan asbes (1500°C) dan jauh dibawah silika (2000°C) (Harono, 2016).



Gambar 2. 9 Serat Basalt

5. Serat Sabut Kelapa

Menurut (Indahyani, 2011). Sabut kelapa adalah bagian terluar dari buah kelapa yang membungkus tempurung kelapa, ketebalan berkisar 5-6 cm. terdiri dari lapisan terluar yaitu (*exocarpium*) dan lapisan dalam (*endocarpium*). Sabut kelapa merupakan bahan bersifat mengandung *lignoselulosa* yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif bahan baku, diantara kulit dalam yang keras (batok) terdapat serat yang tersusun dari 35 % dari berat total buah kelapa tua.



Gambar 2. 10 Serat Sabut Kelapa

Massa jenis serat sabut kelapa lebih besar dari serat alam lainnya seperti yang dapat dilihat pada tabel 2. 1.

Tabel 2. 1 Massa jenis serat Sabut Kelapa (Rambe, 2011)

Jenis Serat	Massa Jenis Serat
Serat enceng gondok	0,40 gr/cm ³
Serat tebu	0,36 gr/cm ³
Serat pohon kelapa	1,36 gr/cm ³

Kelapa atau (*cocos nucifera*) adalah anggota tunggal dalam genus *cocos* atau dari suku aren-arenan atau *Arecaceae*. Arti kata kelapa (*coconut*) dapat merujuk pada keseluruhan pohon kelapa, biji, atau buah, yang secara botani adalah pohon berbuah, bukan pohon kacang-kacangan.

Istilah *coconut* dalam bahasa Inggris berasal dari kata Portugis dan Spanyol abad ke-16, *coco* yang berarti “kepala” atau “tengkorak” setelah tiga lekukan pada tempurung kelapa yang menyerupai fitur wajah. Tumbuhan ini dimanfaatkan hampir semua bagiannya oleh manusia sehingga dianggap sebagai

tumbuhan serbaguna, terutama bagi masyarakat pesisir. Kelapa juga adalah sebutan untuk buah yang dihasilkan tumbuhan ini.



Gambar 2. 11 Kelapa

a. Akar

Akarnya berjenis serabut sebagaimana tanaman monokotil lain. Jumlah akar serabut berkisar antara 2.000-4.000, tergantung kesehatan tanaman. Sebagian akar tumbuh mendatar dekat permukaan tanah, kadang-kadang mencapai panjang 15 m, dan sebagian lagi masuk sampai kedalaman 2-3 m. Akar tanaman kelapa tidak mampu menembus tanah yang keras. Jenis akar serabut pada pohon kelapa memiliki tebal rata-rata 1 cm.

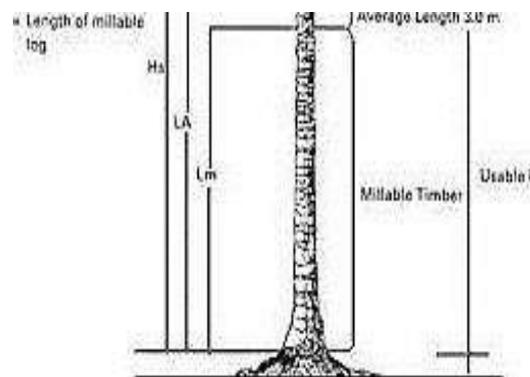


Gambar 2. 12 Akar Pohon Kelapa

b. Batang

Pohon kelapa hanya mempunyai satu titik tumbuh terletak pada ujung dari batang, sehingga tumbuhnya batang selalu mengarah keatas dan tidak bercabang. Tanaman ini tidak berkambium, sehingga tidak memiliki pertumbuhan sekunder. Luka-luka pada tanaman kelapa tidak bisa pulih kembali karena tanaman kelapa tidak membentuk kalus (*Callus*). Batang berangsur-angsur memanjang disebelah ujung yang berturut-turut tumbuh daun yang berukuran besar dan lebar pada

pertingkatan tumbuhan tertentu, dari ketiak-ketiak daun secara berangsur-angsur keluar karangan bunga. Bagian batang yang sebenarnya dari tumbuhan yang masih mudah baru kelihatan jelas kalau tanaman kelapa telah berumur 2-4 tahun, bilamana daun-daun terbawah telah gugur. Pada umur itu bagian pangkal batang telah mencapai ukuran besar dan tebal yang tepat.



Gambar 2. 13 Batang Kelapa

c. Daun

Struktur daun kelapa terdiri atas tangkai (pelepah) daun, tulang poros daun, dan helai daun. Tangkai daun terletak dibagian pangkal dengan bentuk melebar sebagai tempat melekat tulang poros daun. Daun pada pohon kelapa bersirip genap dan bertulang sejajar. Helai daun berbentuk menyirip, berjumlah 100-130 lembar, letak daun mengelilingi batang pohon kelapa yang sudah dewasa panjang pelepah antara 5-8 m dengan berat rata-rata 15 kg. jumlah anak daun 100-130 lembar (50- 65) pasang.



Gambar 2. 14 Daun Kelapa

d. Bunga

Umumnya pohon kelapa mulai berbunga pada umur 6-8 tahun, namun sekarang banyak jenis tanaman kelapa yang berbuah lebih cepat yaitu kelapa

hibrida, yang mulai berbunga pada umur 4 tahun. Bunga kelapa pada dasarnya merupakan bunga tongkol yang dibungkus selaput upih yang keluar dari sela-sela pelepah daun, bunga akan terbuka namun upihnya mengering lalu jatuh. Upih yang kering dan jatuh disebut mancung, bunga kelapa tergolong bunga serumah (*Monoecious*) artinya alat kelamin jantan dan betina terdapat pada satu bunga.



Gambar 2. 15 Bunga Kelapa

e. Buah

Pertumbuhan buah kelapa dibagi kedalam tiga fase yaitu :

- Fase 1, berlangsung selama 4-6 bulan. Pada fase ini bagian tempurung dan sabut hanya membesar dan masih lunak. Lubang embrio juga ikut membesar dan berisi penuh air.
- Fase 2, berlangsung selama 2-3 bulan. Pada fase ini tempurung berangsur-angsur menebal tetapi belum keras.
- Fase 3, pada fase ini putih lembaga atau endosperm sedang dalam penyusunan, yang dimulai dari pangkal buah berangsur-angsur menuju ujung. Pada pangkal mulai tampak bentuknya lembaga, warna tempurung berubah dari putih menjadi coklat kehitaman dan bertambah keras.



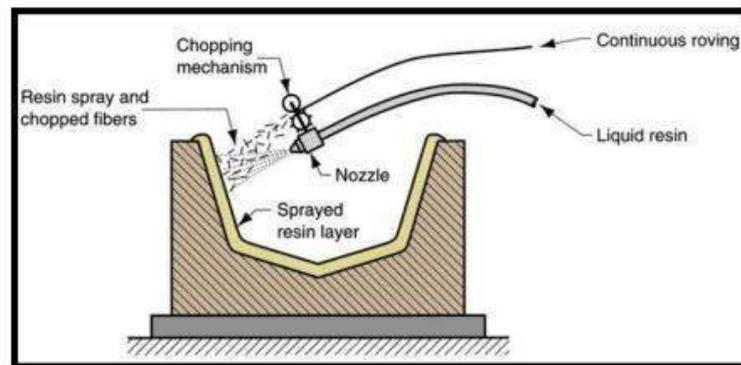
Gambar 2. 16 Buah Kelapa

2.4 Metode Pembuatan Komposit

Beberapa metode pembuatan komposit adalah:

1. *Spray Lay-Up*

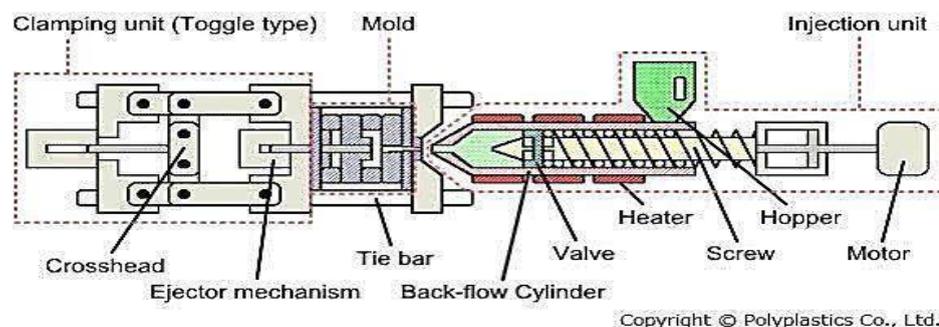
Metode *spray lay-up* dilakukan dengan mencampurkan resin dan katalis kemudian disemprotkan dalam cetakan berisi serat, ditunggu sampai komposit mengeras. Gambar adalah metode *spray lay-up* (Tantowi, 2014).



Gambar 2. 17 Metode *spray lay-up*

2. *Injection Moulding*

Injection moulding merupakan metode pembuatan komposit dengan matriks polimer yang dilakukan dengan memasukkan serat dan resin ke dalam hopper pada mesin *injection moulding* sampai kedua material menyatu dengan baik, Kemudian dilakukan proses injeksi ke dalam cetakan. Gambar adalah metode *injection moulding* (Tantowi, 2014).

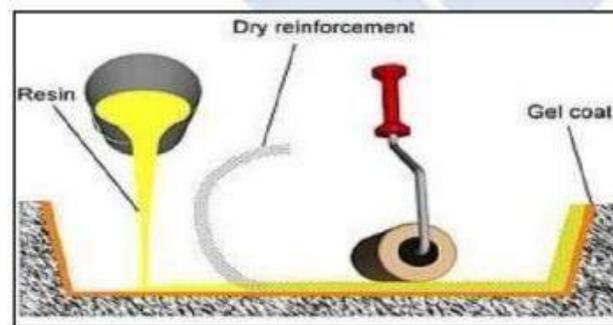


Gambar 2. 18 Metode *Injection moulding*

3. *Hand Lay-Up*

Metode *Hand lay-up* merupakan metode pembuatan komposit pertama. Pada proses *hand lay-up* menggunakan cetakan terbuka, yang dilakukan dengan cara menuangkan resin secara terus-menerus ke dalam

cetakan yang telah diletakan serat, sehingga mencapai ketebalan yang telah ditetapkan sesuai standar yang dipilih. Gambar adalah metode *hand lay-up* (Tantowi, 2014).



Gambar 2. 19 Metode *Hand Lay-Up*

2.5 Pengaruh panjang serat, komposisi, penggunaan serat sabut kelapa

1. Panjang Serat

Panjang serat merupakan salah satu parameter kunci yang mempengaruhi sifat mekanik komposit. Panjang serat yang lebih panjang cenderung memberikan peningkatan kekuatan tarik komposit, tetapi hanya hingga batas tertentu. Dalam penelitian oleh Haryanto (2020) dalam Jurnal Teknik Material Indonesia, dijelaskan bahwa "Panjang serat yang terlalu panjang dapat menyebabkan distribusi tegangan yang tidak merata, yang akhirnya dapat mengurangi kekuatan komposit. Sebaliknya, serat yang terlalu pendek mungkin tidak dapat menahan beban yang diterapkan dengan efektif, sehingga mengurangi kontribusinya terhadap penguatan komposit".

Dalam sebuah jurnal yang dilakukan di Indonesia, ditemukan bahwa panjang serat optimal untuk komposit serat sabut kelapa adalah sekitar 100-150 mm. Pada panjang ini, serat dapat mendistribusikan tegangan dengan baik di seluruh matriks, sehingga menghasilkan komposit dengan kekuatan tarik dan kekuatan lentur yang lebih baik. Penemuan ini penting karena memberikan panduan praktis untuk menentukan panjang serat yang digunakan dalam pembuatan komposit.

2. Komposisi Serat

Selain panjang serat, persentase serat dalam matriks juga memegang peranan penting dalam menentukan sifat mekanik komposit. Persentase serat yang optimal dapat memberikan peningkatan kekuatan mekanik, tetapi persentase yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat berdampak negatif. Dalam Jurnal Teknik Mesin dan Material (2018), penelitian oleh Setiawan menyebutkan bahwa "Peningkatan persentase serat dalam komposit serat tebu cenderung meningkatkan modulus elastisitas dan kekuatan tarik. Namun, ketika persentase serat melebihi 30%, porositas dalam komposit mulai meningkat, yang menyebabkan penurunan kekuatan mekanik secara keseluruhan."

Dalam buku Material Komposit untuk Industri (2020), dijelaskan bahwa "Pemilihan persentase serat yang tepat sangat penting untuk mencapai keseimbangan antara kekuatan dan ketangguhan komposit. Pada umumnya, persentase serat antara 20% hingga 30% memberikan performa terbaik, tetapi hal ini dapat bervariasi tergantung pada jenis serat dan matriks yang digunakan." Hal ini menekankan pentingnya pengujian dan optimasi untuk setiap kombinasi bahan yang berbeda.

3. Pengaplikasian serat

Dalam konteks aplikasi Teknik mesin, serat tebu telah digunakan sebagai bahan penguat komposit untuk berbagai komponen *structural* dan *non-structural*. Misalnya menurut Supriyanto dan Wibowo dalam buku mereka "Material komposit untuk aplikasi Teknik mesin" (2018), serat sabut kelapa dapat digunakan sebagai penguat pada pembuatan panel bodi kendaraan dan komponen interior. Hal ini disebabkan oleh sifat mekanik serat sabut kelapa memadai, seperti kekuatan tarik dan ketahanan benturan, yang menjadikannya alternatif yang menarik untuk bahan sintesis, sehingga cocok digunakan dalam industri otomotif dan transportasi. Penelitian oleh Haris dan Ahmad (2019) dalam jurnal "Teknik mesin terapan" juga menunjukkan bahwa penggunaan serat sabut kelapa dalam pembuatan pelat rem menghasilkan komponen yang lebih ringan dengan performa termal yang cukup baik, yang sangat penting untuk efisiensi bahan bakar dan pengurangan emisi dalam berkendara.

2.6 Rumus Komposisi Komposit

Rumus komposisi komposit merupakan cara menghitung untuk mengetahui komposisi komposit yang meliputi persentase serat, persentase resin, dan persentase katalis yang digunakan dalam mencetak spesimen komposit. Rumus komposisi komposit adalah sebagai berikut (Yuliyanto & Masdani, 2018):

- Persentase Serat

Persentase serat menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Volume Cetakan} \times \text{Persentase Serat} \times \text{Massa Jenis Serat} \dots\dots\dots (2.1)$$

- Persentase Resin

Persentase resin menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Volume Cetakan} \times \text{Persentase Resin} \times \text{Massa Jenis Resin} \dots\dots\dots (2.2)$$

- Persentase Katalis

Persentase katalis menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Volume Cetakan} \times \text{Persentase Katalis} \times \text{Massa Jenis Katalis} \dots\dots\dots (2.3)$$

2.7 *Unsaturated Polyester Resin (UPR)*

UPR atau resin *Polyester* tak jenuh merupakan resin tipe *thermoset* atau lebih dikenal dengan sebutan *Polyester*. *Polyester* adalah resin cair yang memiliki viskositas rendah apabila dibandingkan dengan resin yang lain (Rangkuti, 2011). Berikut ini beberapa kelebihan dari *Polyester* antara lain yaitu (Syamsu, 2015):

1. Mempunyai kekuatan tarik yang sangat baik.
2. Memiliki ketahanan terhadap regangan, reaksi kimia, bahkan lumut.
3. Mudah dalam segi perawatan.
4. Mempunyai ketahanan terhadap air dan mudah mengering.

Penggunaan *polyester* dapat dimanfaatkan pada bermacam-macam aplikasi. contohnya pada pembuatan penampungan tanki (FW) dan pembuatan lembaran komposit (SMC). Hal ini dikarenakan polyester sangat baik kekuatan mekaniknya, memiliki ketahanan pada bahan kimiadan memiliki harga murah (Arthanto, 2005). Berikut ini adalah sifat mekanik *polyester*.

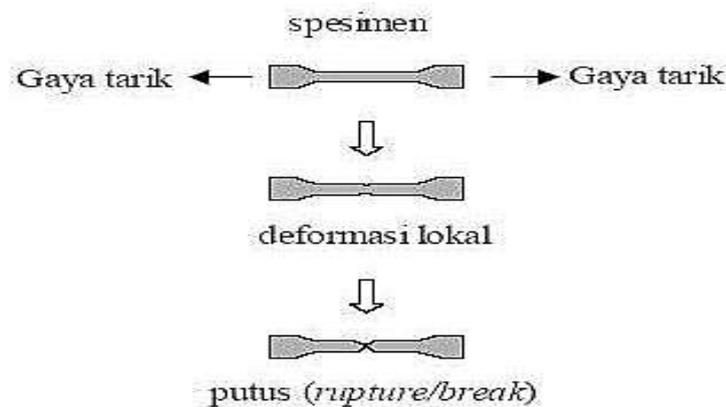
2.8 Pengujian Spesimen Komposit

Uji tarik adalah pengujian dalam mencari besar kekuatan material untuk menahan gaya tarik yang diberikan. Pengujian tarik bersifat merusak, karena spesimen komposit diberikan gaya tarik secara terus-menerus sampai spesimen mengalami pertambahan panjang hingga akhirnya patah (bisa dilihat pada gambar). Ketika spesimen diberi gaya tarik sebesar F (N), maka spesimen mengalami pertambahan panjang Δl (mm) dan spesimen pada bagian tengah mendapat tegangan σ (N/mm²). Spesimen yang mendapat tegangan dihitung dengan rumus dibawah ini (Abusiri, 2016):

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

- σ = Tegangan tarik (N/mm²)
- F = Gaya tarik (N)
- A_0 = Luas penampang awal (mm²)



Gambar 2. 20 Proses Uji Tarik

Regangan adalah panjang awal spesimen terhadap pertambahan panjang speimen setelah diberikan gaya tarik, yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

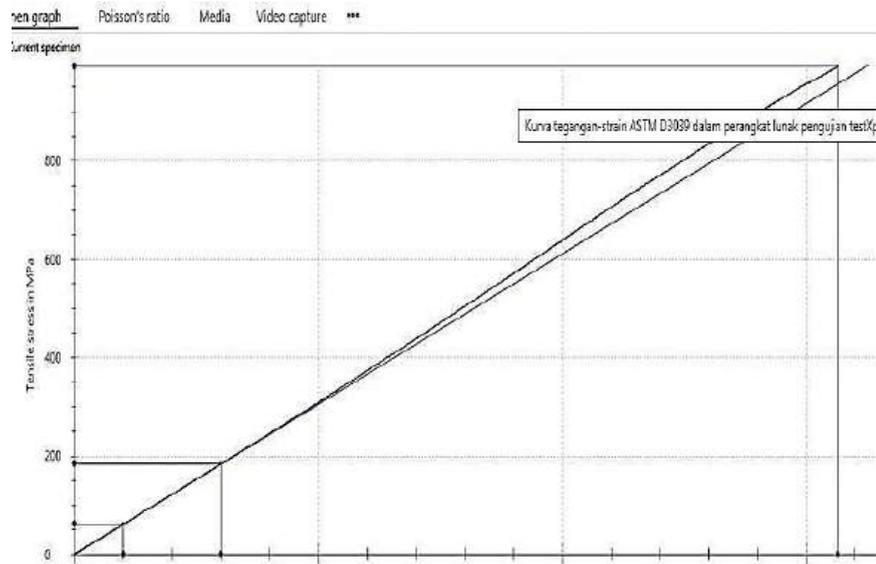
$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\% = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

- ε = Regangan (%)
- l = Panjang setelah dibebani (mm)

l_0 = Panjang awal (mm)

Dalam kurva gambar dibawah ini, pengujian tarik spesimen komposit memiliki beberapa sifat, yaitu daerah linier, titik luluh, modulus elastilitas (E), *ultimate tensile strength* (UTS), tegangan dan regangan.



Gambar 2. 21 Kurva Tegangan-strain pada software pengujian testXpert untuk komposit serat karbon dengan mesin uji ASTM D 3039 (Zwick Roell).

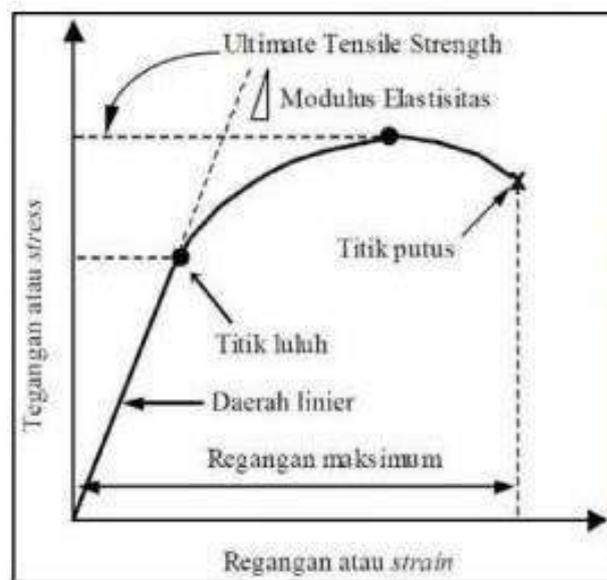
Daerah linier merupakan daerah yang berkaitan tentang bentuk awal spesimen dan pertumbuhan panjang spesimen dengan gaya tarik yang diberikan. Pertambahan panjang dan bentuk awal spesimen terhadap gaya tarik mengacu pada hukum *Hooke*.

Titik luluh merupakan daerah titik yang membatasi pergerakan elastis spesimen, sebelum spesimen mengalami perubahan bentuk secara total (plastis) dan tidak bisa kembali ke bentuk semula. Jika spesimen diberikan beban secara berlebihan serta melewati batas daerah elastisitas, maka spesimen akan mengalami perubahan bentuk dan mengalami patah. Spesimen akan kembali ke bentuk semula apabila spesimen menerima beban sampai mencapai daerah titik elastisitas.

Modulus elastisitas (E) dapat diartikan sebagai tegangan dari per satuan regangan, yang merupakan gradien kurva yang berada pada daerah linier (bisa dilihat pada gambar). Nilai modulus elastisitas dipakai untuk mengetahui serta melihat seberapa kaku sebuah material. Nilai modulus elastisitas material semakin

kecil, maka nilai tegangan yang diperlukan untuk mendapat regangan semakin kecil juga. Dan sebaliknya apabila nilai modulus elastisitas semakin besar, maka nilai tegangan yang diperlukan untuk mendapat nilai regangan semakin besar pula.

Ultimate Tensile Strength (UTS) merupakan tahapan akhir dalam pertambahan panjang spesimen komposit serta tahap awal spesimen mulai mengalami kerusakan pada bagian bentuk (mengalami patah) karena tidak mampu lagi menahan gaya tarik yang diberikan secara kontinyu.

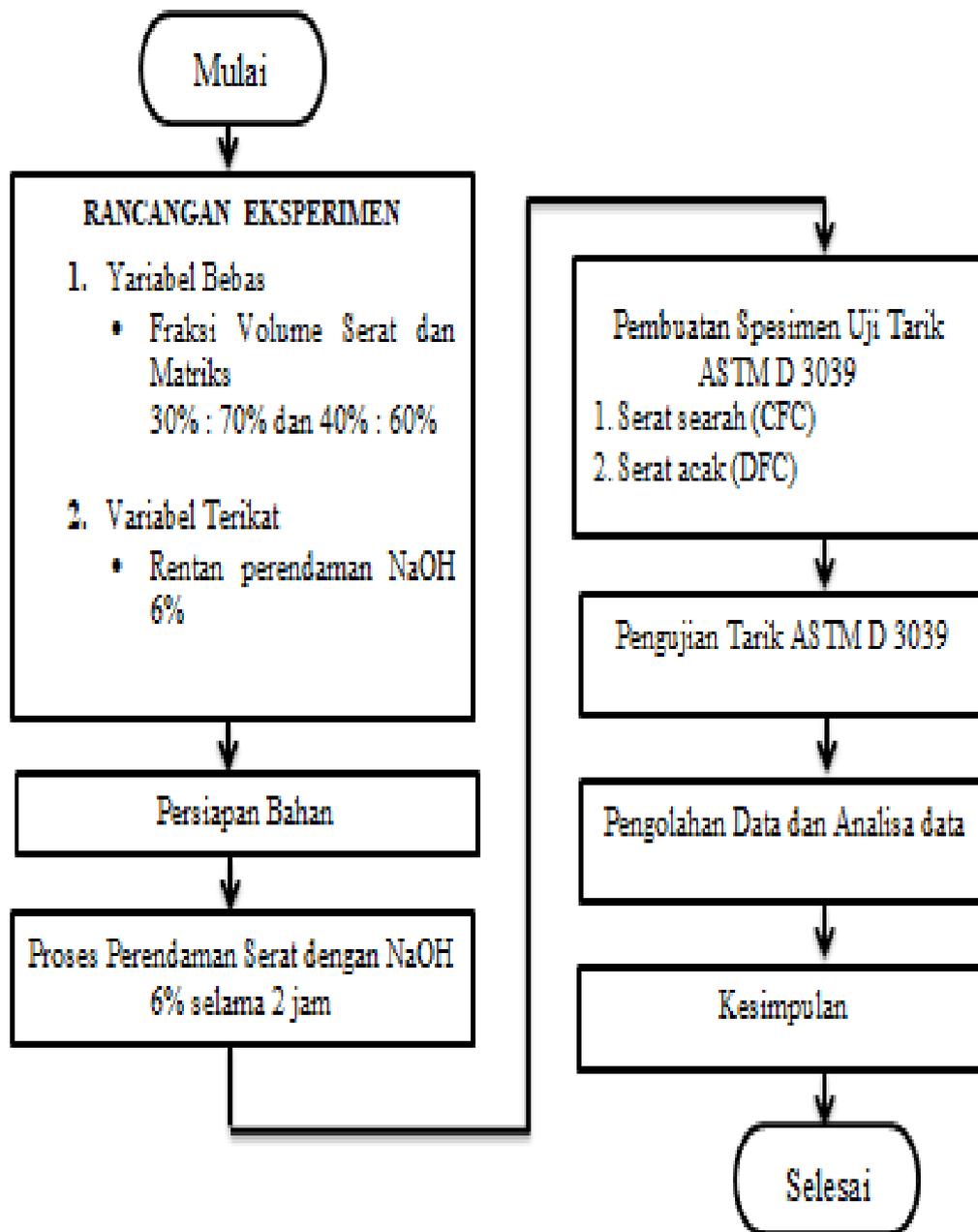


Gambar2. 22 Kurva Tegangan-Regangan (Sastranegara, 2009)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan mengikuti diagram alir mulai dari proses pengumpulan data sampai pembuatan kesimpulan adalah sebagai berikut.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Pelaksanaan.

3.2 Rancangan Eksperimen

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan fraksi volume serat dan matriks 30% : 70% dan 40% : 60% dan perendaman NaOH 6%. Fraksi volume serat dan matriks serta perendaman NaOH merupakan variabel yang diuji untuk mendapatkan data hasil dari kekuatan tarik dengan jumlah level sebanyak 2 dan jumlah faktor sebanyak 2, kemudian dilakukan 3 kali pengulangan (replikasi) dari setiap masing-masing variabel, sehingga didapatkan hasil sebanyak 12 spesimen untuk pengujian tarik yang dilakukan.

3.3 Persiapan Bahan dan Alat

Bahan dan alat penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

3.3.1 Proses Penyiapan Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan selama melakukan proses penelitian adalah sebagai berikut:

a. Serat Sabut Kelapa

Penelitian ini menggunakan sabut kelapa sebagai bahan utama. Dari survei lapangan yang dilakukan, untuk umur serat sabut kelapa yang digunakan adalah berkisar antara 3 sampai 4 bulan (serat sabut kelapa yang sudah tua).



Gambar 3. 2 serat sabut kelapa

b. Penyisiran

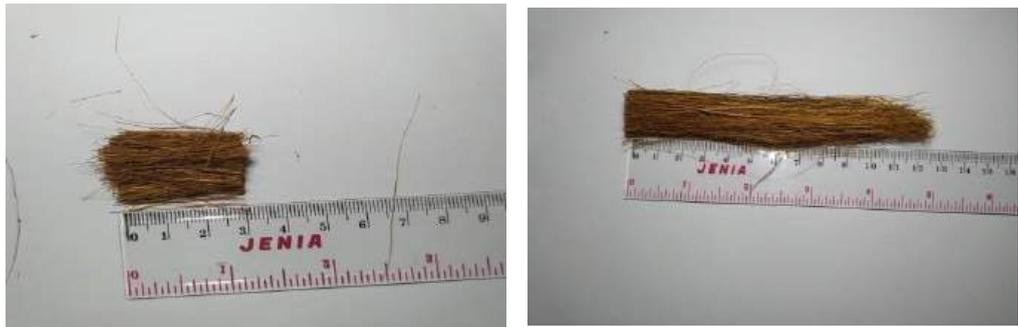
Pada tahap penyisiran ini bertujuan untuk memisahkan antar serat-serat sabut kelapa yang halus dan kasar untuk menghasilkan serat yang lebih bersih.



Gambar 3. 3 Penyisiran serat sabut kelapa

c. Pengelompokan

Proses pengelompokan ini bertujuan untuk memisahkan serat sabut kelapa yang akan digunakan berdasarkan panjang dan ketebalannya, proses ini juga bertujuan untuk mengelompokkan ukuran panjang serta 120 mm dan 30 mm untuk kebutuhan serat dalam skripsi ini.



Gambar 3. 4 Pengelompokan serat sabut kelapa

d. Perendaman

Serat sabut kelapa yang sudah melalui proses penyisiran dan pengelompokan akan direndam ke dalam larutan air dan campuran NaOH dengan perendaman 6% dalam waktu 2 jam untuk membersihkan serat dari kotoran dan residu yang menempel agar mendapatkan susunan lapisan atas yang baik supaya dapat diikat oleh resin.



Gambar 3. 5 Perendaman serat

e. Pengeringan

Proses pengeringan serat dilakukan dengan proses pengeringan serat secara langsung dibawah terik matahari langsung, sehingga air larutan NaOH yang terkandung dalam serat menguap, proses pengeringan serat sabut kelapa ini juga bertujuan untuk menghasilkan serat yang kering dan siap untuk melalui tahap pembuatan spesimen pengujian tarik.



Gambar 3. 6 Proses pengeringan serat

f. NaOH

NaOH dapat menghilangkan kotoran atau *lignin* pada serat dengan kadar 6%, serta bersifat korosif serta banyak menyerap air. Gambar 3. 7 adalah larutan NaOH yang digunakan.



Gambar 3. 7 NaOH

g. Katalis

Methyl Ethyl Keton Peroxide (MEKPO) digunakan dalam penelitian ini, memiliki fungsi untuk mempercepat proses komposit. Gambar 3. 8 adalah jenis katalis yang digunakan.



Gambar 3. 8 Katalis

h. Resin

Resin digunakan dan berfungsi sebagai matriks dalam komposit. Resin jenis ini adalah salah satu resin Polyester SHCP 2688.



Gambar 3. 9 Resin polyester

i. Wax

Wax yang digunakan dalam penelitian ini berjenis mirror glaze yang berfungsi untuk melapisi cetakan komposit supaya komposit mudah dilepaskan dari cetakan.



Gambar 3. 10 Wax

3.3.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan selama melaksanakan proses penelitian adalah sebagai berikut:

1. Universal Testing Machine Zwick/Roell

Mesin Universal Testing Machine Zwick/Roell adalah mesin yang digunakan untuk menguji kekuatan tarik dengan standar ASTM D 3039 spesimen komposit berpenguat serat sabut kelapa.



Gambar 3. 11 Mesin Zwick/roell

2. Timbangan Digital

Dalam penelitian ini timbangan digital berfungsi untuk menimbang berat serat, resin dan, katalis yang digunakan sebagai bahan komposit. Pada gambar 3. 12 adalah timbangan digital yang digunakan.



Gambar 3. 12 Timbangan digital.

3. Cetakan Spesimen

Cetakan spesimen yang digunakan untuk pembuatan komposit adalah cetakan uji tarik sesuai standar ASTM D 3039. Pada gambar 3. 13 adalah bentuk cetakan spesimen yang digunakan.



Gambar 3. 13 Cetakan Spesimen Uji Tarik.

4. Gelas Ukur

Dalam penelitian ini gelas ukur berfungsi untuk menakar atau mengukur seberapa banyaknya NaOH serta air yang digunakan dalam pembuatan komposit, Gambar 3. 14 adalah gelas ukur yang digunakan.



Gambar 3. 14 Gelas Ukur

5. Ember

Dalam penelitian ini Ember berfungsi sebagai tempat untuk merendam serat sabut kelapa dalam larutan NaOH 6% selama 2 jam.

6. Saringan

Saringan berfungsi untuk memisahkan larutan NaOH dan serat sabut kelapa.

7. Kuas

Kuas dalam penelitian ini digunakan untuk mengolesi permukaan cetakan dengan wax sebelum cetakan digunakan untuk mencetak komposit.

3.4 Pembuatan Spesimen Uji

Selanjutnya setelah proses pengeringan serat sabut kelapa yang direndam larutan NaOH 6% selama 2 jam kering. Maka selanjutnya adalah proses pembuatan spesimen uji tarik menggunakan metode *hand lay-up*. Pada pengujian kali ini material komposit serat sabut kelapa yang digunakan memiliki dua variasi panjang dan arah penyusunan. Yaitu 210 mm dengan penyusunan searah dan 30 mm dengan penyusunan serat secara acak. Proses pembuatan spesimen dilakukan sebagai berikut:

1. Persiapan cetakan

Siapkan cetakan spesimen terlebih dahulu, lalu lapisi permukaan cetakan dengan menggunakan *wax* agar spesimen tidak menempel ke permukaan cetakan.



Gambar 3. 15 Persiapan cetakan

2. Pencampuran resin dan katalis

Campur resin dan katalis dengan presentase yang telah ditentukan sebelumnya. Kemudian aduk secara merata lalu campuran resin dan katalis dituangkan kedalam cetakan.



Gambar 3. 16 Pencampuran resin dan katalis

3. Peletakan serat sabut kelapa

Serat sabut kelapa yang telah ditimbang presentase yang dibutuhkan oleh masing-masing spesimen, kemudian letakan serat sabut kelapa kedalam cetakan yang sebelumnya telah dituangkan campuran resin dan katalis.



Gambar 3. 17 Peletakan serat sabut kelapa

4. Proses pengerasan spesimen

Cetakan ditutup dan ditekan menggunakan keramik dan batu bata dengan berat total ± 4350 g dalam proses ini berlangsung pembebanan selama 3 jam.



Gambar 3. 18 Proses pengerasan spesimen

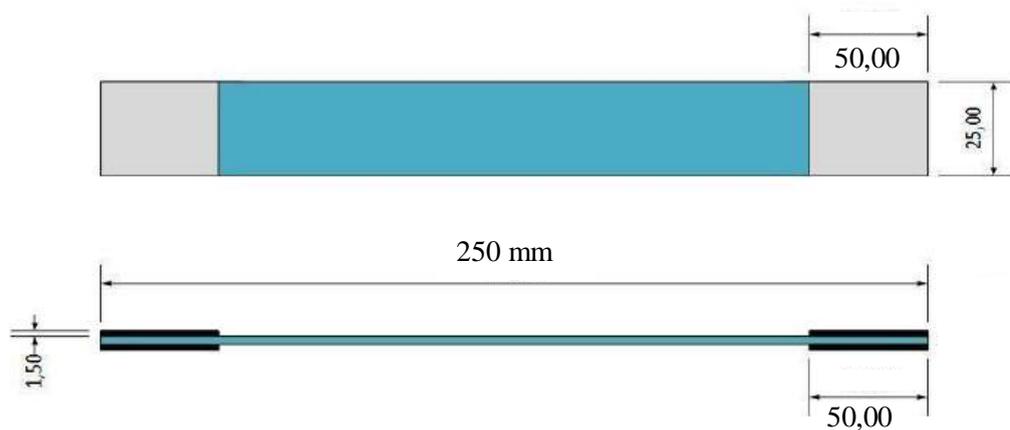
5. Pelepasan spesimen dari cetakan

Setelah dilakukan pembebanan cetakan selama 3 jam, keluarkan spesimen dari cetakan. Kemudian ulangi langkah-langkah tersebut dari awal hingga mencapai jumlah spesimen yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian tarik.



Gambar 3. 19 Pelepasan spesimen dari cetakan

Berikut ini merupakan gambar cetakan specimen ASTM D 3039



Gambar 3. 20 Dimensi spesimen uji tarik menurut ASTM D 3039

Keterangan:

- W0 = Lebar genggaman (25 mm)
- L0 = Panjang keseluruhan (250 mm)
- G = Panjang pengukur (150 mm)
- D = Jarak antar genggaman (50 mm)
- T = Tebal keseluruhan (1,50 mm)

3.5 Pengujian Spesimen

Pada penelitian ini dilakukan pengujian tarik sesuai standar ASTM D 3039 untuk mengetahui dan mendapatkan data kekuatan tarik material komposit serat sabut kelapa. Uji tarik bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kekuatan material dalam menahan gaya tarik yang diberikan. Pengujian tarik bersifat merusak, karena spesimen mengalami pertambahan panjang sehingga akhirnya patah.

3.6 Pengolahan dan Penganalisisan Data

Pengolahan data dilakukan untuk mengetahui pengaruh fraksi volume serat dan matriks 30% : 70% dan 40% : 60% dan perendaman NaOH 6% selama 2 jam terhadap kekuatan tarik.

BAB IV PENGOLAHAN DATA

Dalam eksperimen penelitian kali ini, melibatkan dua faktor utama yaitu panjang dan komposisi serat sabut kelapa. Faktor pertama yaitu panjang serat sabut kelapa dimana kali ini menggunakan perbedaan dua variasi panjang serat yaitu 120 mm dan 30 mm, dan faktor kedua yaitu komposisi serat sabut kelapa yang dimana menggunakan perbedaan dua variasi serat yaitu 40% : 60% dan 30% : 70%. Pengolahan data dilakukan agar mengetahui pengaruh dari masing-masing variasi faktor terhadap sifat dan karakteristik material yang dihasilkan.

4.1 Perhitungan Komposisi Komposit

Perhitungan fraksi volume serat dan matriks pada komposisi komposit yaitu, sebagai berikut:

1. Perhitungan Komposisi Komposit Uji Tarik

Perhitungan fraksi Volume 40% serat, 60% matriks yaitu sebagai berikut:

a) Perhitungan Volume cetakan:

$$\begin{aligned}\text{Volume cetakan} &= P \times L \times T \\ &= 25 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm} \times 0,7 \text{ cm} \\ &= 43,7 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

b) Perhitungan Massa serat:

$$\begin{aligned}\text{Massa serat sabut kelapa} &= V \text{ cetakan} \times \% \text{ serat} \times \text{massa jenis serat} \\ &= 43,7 \text{ cm}^3 \times 40\% \times 1,36 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 59,432 \text{ gr} \times 40\% \\ &= 23,77 \text{ gr}\end{aligned}$$

c) Perhitungan Massa resin:

$$\begin{aligned}\text{Massa resin} &= V \text{ cetakan} \times \% \text{ resin} \times \text{massa jenis resin} \\ &= 43,7 \text{ cm}^3 \times 60\% \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 53,09 \text{ gr} \times 60\% \\ &= 31,85 \text{ gr}\end{aligned}$$

d) Perhitungan Massa katalis:

$$\text{Massa katalis} = V \text{ resin} \times \% \text{ katalis} \times \text{massa jenis katalis}$$

$$\begin{aligned}
 &= 31,85 \text{ gr} \times 2\% \times 1,25 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 39,82 \times 2\% \\
 &= 0,79 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Adapun perhitungan fraksi volume 30% serat, 70% matriks yaitu sebagai berikut, yaitu:

a) Perhitungan Volume cetakan:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume cetakan} &= P \times L \times T \\
 &= 25 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm} \times 0,7 \text{ cm} \\
 &= 43,7 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

b) Perhitungan Massa Serat:

$$\begin{aligned}
 \text{Massa serat sabut kelapa} &= v \text{ cetakan} \times \% \text{ serat} \times \text{massa jenis serat} \\
 &= 43,7 \text{ cm}^3 \times 30\% \times 1,36 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 59,432 \text{ gr} \times 30\% \\
 &= 17,82 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

c) Perhitungan Massa Resin:

$$\begin{aligned}
 \text{Massa resin} &= v \text{ cetakan} \times \% \text{ resin} \times \text{massa jenis resin} \\
 &= 43,7 \text{ cm}^3 \times 70\% \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 39,82 \text{ gr} \times 70\% \\
 &= 27,87 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

d) Perhitungan Massa Katalis:

$$\begin{aligned}
 \text{Massa katalis} &= v \text{ resin} \times \% \text{ katalis} \times \text{massa jenis katalis} \\
 &= 27,87 \text{ gr} \times 2\% \times 1,25 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 34,84 \times 2\% \\
 &= 0,69 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

4.2 Desain Percobaan

Desain percobaan yang digunakan pada penelitian ini merupakan desain faktorial 2x2, di mana terdapat dua level pada masing-masing faktor, yaitu:

1. Panjang Serat:

- Panjang serat 120 mm, penyusunan serat dilakukan secara searah.
- Panjang serat 30 mm, penyusunan serat dilakukan dengan acak.

2. Komposisi Serat sabut kelapa:

- Komposisi 30% serat sabut kelapa : 70% bahan lainnya
- Komposisi 40% serat sabut kelapa : 60% bahan lainnya

Sehingga dari desain faktorial ini, terdapat 4 kombinasi perlakuan yang akan diuji yaitu, sebagai berikut:

- Kombinasi 1: Panjang serat 120 mm dan komposisi 30%:70%
- Kombinasi 2: Panjang serat 120 mm dan komposisi 40%:60%
- Kombinasi 3: Panjang serat 30 mm dan komposisi 30%:70%
- Kombinasi 4: Panjang serat 30 mm dan komposisi 40%:60%

4.3 Hasil Pengujian Spesimen

Pengujian spesimen dalam penelitian ini menggunakan pengujian tarik. Menggunakan standar ASTM D 3039 menggunakan mesin *Universal Testing Machine Zwick/Roell*, dilaksanakan di ITERA (Institut Teknologi Sumatra) gedung UPA Laboratorium terpadu. Pada tabel 4.1 dibawah ini adalah data hasil kekuatan tarik spesimen komposit serat sabut kelapa

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

Nama Pengujian	Jenis Serat	Fraksi Volume (%)		Perendaman NaOH (%)	Kekuatan Tarik (MPa)		
		Serat	Matriks		Spesimen		
					1	2	3
Tarik	Panjang 120 mm	30%	70%	6%	10,52	15,97	25,02
		40%	60%	6%	8,13	12,39	19,33
	Pendek 30 mm	30%	70%	6%	5,87	7,69	8,51
		40%	60%	6%	4,64	6,33	7,47

Hasil pengujian tarik menunjukkan nilai kekuatan tarik berdasarkan kombinasi panjang serat dan komposisi material. Berdasarkan data hasil pengujian tarik diatas menunjukkan bahwa pengujian berfraksi volume serat panjang 120 mm dan matriks (30%:70%) berkisar antara 10,52 MPa - 25,02 MPa. Fraksi volume serat panjang 120 mm dan matriks (40%:60%) berkisar antara 8,13 MPa - 19,33 MPa. Fraksi volume serat panjang 30 mm dan matriks (30%:70%) berkisar antara 5,87 MPa - 8,51 MPa. Hasil data

terakhir berfraksi volume serat panjang 30 mm dan matriks (40%:60%) berkisar antara 4,64 MPa - 7,47 MPa. Hasil pengujian tarik ini menunjukkan bahwa panjang serat dan komposisi matriks sangat mempengaruhi kekuatan tarik, hasil ini menunjukkan bahwa panjang serat yang lebih panjang (120 mm) dan komposisi 30%:70% menghasilkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi lainnya yaitu sebesar 25,02 MPa.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil

Pada Gambar 5.1 dibawah ini adalah grafik data hasil kekuatan tarik spesimen komposit serat sabut kelapa.

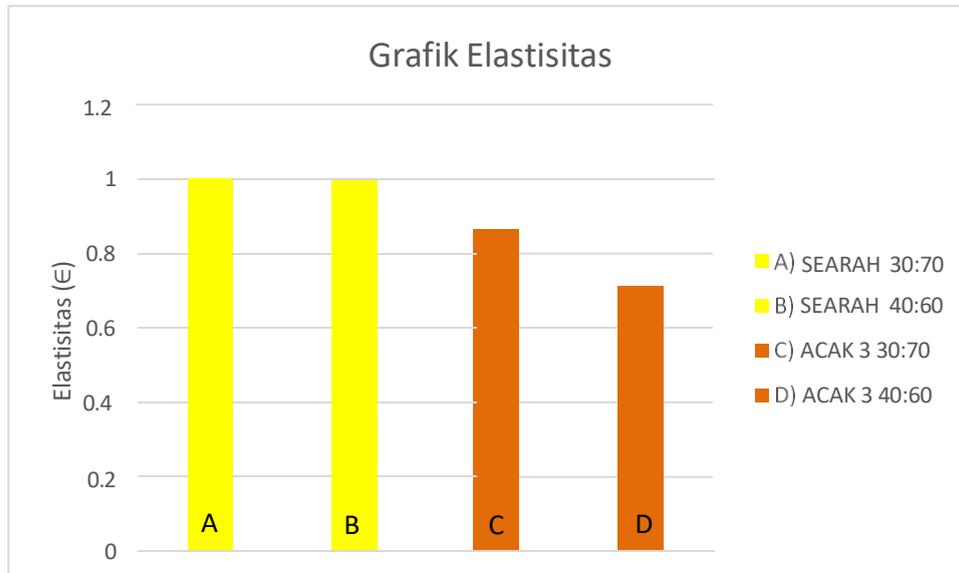


Gambar 5. 1 Grafik Hasil Uji Tarik

Hasil pengujian spesimen komposit serat sabut kelapa menunjukkan variasi kekuatan tarik yang dipengaruhi oleh panjang serat dan komposisi material. Spesimen 1 dengan fraksi volume serat dan matriks 30%:70% (panjang 120 mm) yang dilakukan tiga kali pengujian tarik didapatkan nilai kekuatan tarik tertinggi selama pengujian yaitu 25.02 MPa. Spesimen 2 dengan fraksi volume serat dan matriks 40%:60% (panjang 120 mm) dengan dilakukan tiga kali pengujian menunjukkan penurunan kekuatan tarik yaitu menjadi 19,33 MPa. Sementara itu spesimen ke 3 dan ke 4 juga mengalami penurunan kekuatan tarik pada fraksi volume serat dan matriks 30%:70% (panjang 30 mm) dan 40% :60% (panjang 30 mm) hanya mempunyai kekuatan tarik masing-masing sebesar 8,51 MPa dan 7,47 MPa.

Namun dari 12 spesimen yang dilakukan pengujian tarik ada beberapa spesimen yang mengalami kegagalan akibat adanya rongga udara yang terdapat dalam spesimen saat proses manufaktur, yang mengakibatkan penurunan kekuatan tarik pada spesimen dan fraksi volume serat dan matriks yang tidak seimbang juga

mempengaruhi pendistribusian matriks yang merata ke seluruh serat yang mengakibatkan matriks tidak dapat mengikat serat dengan baik.



Gambar 5. 1 Grafik Elastisitas

Berdasarkan analisis grafik, variasi elastisitas tertinggi diperoleh pada komposit dengan fraksi komposisi 30% serat dan 70% resin dalam susunan searah, yaitu sebesar 1,009. Nilai ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar resin pada susunan searah memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan elastisitas. Sebaliknya, untuk fraksi komposisi 40% serat dan 60% resin dalam susunan searah, nilai elastisitas yang diperoleh adalah 0,97, yang lebih rendah dibandingkan dengan fraksi komposisi 30% serat dan 70% resin.

Sedangkan pada variasi susunan acak, nilai elastisitas tertinggi diperoleh pada komposisi fraksi 30% serat dan 70% resin, yaitu sebesar 0,86, sedangkan komposisi fraksi 40% serat dan 60% resin memiliki elastisitas terendah sebesar 0,71. Hal ini mengindikasikan bahwa susunan serat searah lebih efektif dalam meningkatkan elastisitas dibandingkan dengan susunan acak, terlepas dari komposisi material. Perbedaan yang signifikan antara susunan searah dan acak menekankan pentingnya orientasi serat dalam mempengaruhi sifat mekanik komposit.

Kelebihan Resin (30% serat, 70% resin): Komposisi ini menunjukkan nilai elastisitas tertinggi (1,009), yang mengindikasikan bahwa penambahan resin dengan serat yang tersusun searah dapat meningkatkan ikatan antar serat, sehingga menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik. Kandungan resin yang lebih tinggi berperan sebagai pengikat serat yang efektif, sehingga distribusi tegangan menjadi lebih merata.

Kelebihan Serat (40% serat, 60% resin): Elastisitasnya lebih rendah (0,97) dibandingkan dengan komposisi yang mengandung lebih banyak resin. Meskipun serat memberikan kontribusi pada kekuatan mekanik, jumlah resin yang terbatas mungkin tidak cukup untuk mengikat serat secara optimal, yang dapat membatasi elastisitas komposit.

Dari ke dua belas spesimen yang diuji, semuanya menunjukkan sifat patah getas yang disebabkan oleh resin. Patah getas ini bisa terjadi akibat distribusi resin yang tidak merata atau tingginya tegangan lokal pada area tertentu, terutama jika terdapat cacat seperti gelembung udara atau konsentrasi serat yang tidak homogen.

5.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian spesimen komposit serat sabut kelapa menunjukkan bahwa panjang serat dan fraksi volume serat dan matriks sangat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik material. Fraksi volume serat dan matriks 30%:70% susunan searah (panjang 120 mm) memberikan kekuatan tarik sebesar 25,02 MPa. Kemudian fraksi volume serat dan matriks 40%:60% (panjang 120 mm) memberikan kekuatan tarik sebesar 19,33 MPa. Penurunan kekuatan tarik antara kombinasi 30%:70% dan 40%:60% pada panjang serat yang sama (120 mm) mencapai sekitar 22,7%.

. Sedangkan fraksi volume serat dan matriks 30%:70% susunan acak (panjang 30 mm) memberikan kekuatan tarik sebesar 8,51 MPa. Hasil data terakhir berfraksi volume serat dan matriks 40%:60% (panjang 30 mm) memberikan kekuatan tarik sebesar 7,47 MPa. Yang menunjukkan penurunan kekuatan tarik sekitar 1,22%. Penurunan ini menunjukkan bahwa komposisi material memiliki peran yang signifikan terhadap kekuatan tarik komposit serat sabut kelapa.

Terkait elastisitas, hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit dengan komposisi 30% serat dan 70% resin dalam susunan searah memiliki nilai elastisitas tertinggi, yaitu 1,009. Hal ini sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa penambahan resin pada komposit dapat meningkatkan elastisitas, terutama pada susunan searah, karena resin berfungsi sebagai pengikat fleksibel yang meningkatkan kemampuan material untuk meregang tanpa pecah. Sebaliknya, komposit dengan komposisi 40% serat dan 60% resin dalam susunan searah menunjukkan nilai elastisitas lebih rendah, yaitu 0,97. Hal ini dapat dijelaskan oleh dominasi serat yang lebih kaku, sehingga mengurangi fleksibilitas keseluruhan komposit. Pada susunan acak, komposit dengan komposisi 30% serat dan 70% resin memiliki nilai elastisitas lebih tinggi (0,86) dibandingkan komposisi 40% serat dan 60% resin (0,71). Hal ini juga mendukung teori bahwa susunan serat searah lebih efektif dalam meningkatkan sifat elastis material dibandingkan susunan acak. Perbedaan signifikan antara susunan searah dan acak menggaris bawahi pentingnya orientasi serat dalam memengaruhi sifat mekanik komposit, di mana susunan serat searah memberikan keunggulan dalam meningkatkan kekuatan tarik maupun elastisitas.

Perbedaan nilai kekuatan tarik ini disebabkan oleh ketidakseimbangan antara volume serat dan matriks. Jika jumlah serat dalam komposit terlalu banyak tanpa diimbangi dengan matriks yang memadai, matriks tidak mampu mengikat serat secara optimal. Akibatnya, terbentuk rongga udara (porositas) pada spesimen komposit, yang menyebabkan penurunan kekuatan tarik.

Pada proses pembuatan spesimen dengan metode *hand lay-up*, porositas menjadi salah satu masalah utama yang dapat menurunkan sifat mekanik. Untuk mengatasi hal ini dan meningkatkan sifat mekanik, dilakukan perbaikan dalam proses pembuatan spesimen dengan menggunakan teknik vakum. Teknik ini bertujuan untuk menghilangkan udara yang terperangkap di dalam cetakan selama proses *hand lay-up*.

Pada proses pembuatan spesimen secara manual satu per satu, variasi hasil pengujian sering kali muncul. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh faktor manusia, seperti ketidakkonsistenan dalam penekanan selama proses *hand lay-up*,

jumlah resin yang diaplikasikan, atau distribusi serat yang kurang merata. Variasi tersebut dapat menghasilkan nilai kekuatan tarik yang tidak seragam atau bahkan sangat berbeda antar spesimen yang diuji.

Disarankan untuk melakukan perbaikan pada proses pembuatan spesimen dengan metode *hand lay-up* agar porositas dapat diminimalkan. Hal ini dapat dilakukan melalui pengepresan dan penggunaan teknik vakum. Teknik ini bertujuan untuk memberikan tekanan yang lebih konsisten pada cetakan, sehingga serat dan resin dapat tersebar lebih merata serta menghilangkan udara yang terperangkap di dalam cetakan selama proses *hand lay-up*.

Untuk mendukung analisis hasil pengujian, dilakukan pengamatan lebih lanjut terhadap pola patahan guna memahami mekanisme kegagalan pada setiap spesimen. Pengamatan selama pengujian tarik menunjukkan berbagai jenis patahan pada 12 spesimen, seperti berikut:

1. **Searah 1 (30:70)** - Kekuatan tarik 10,52 MPa
 - Lokasi patahan: Dekat penjepit.
 - Jenis patahan: Patahan rapuh dengan retakan memanjang dari penjepit.
2. **Searah 2 (30:70)** - Kekuatan tarik: 15,97 MPa
 - Lokasi patahan: Dekat penjepit.
 - Jenis patahan: Patahan tidak rata dengan banyak porositas.
3. **Searah 3 (30:70)** - Kekuatan tarik: 25,02 MPa
 - Lokasi patahan: Di tengah spesimen.
 - Jenis patahan: Patahan bersih dengan retakan paralel terhadap serat.
4. **Searah 1 (40:60)** - Kekuatan tarik: 8,13 MPa
 - Lokasi patahan: Dekat penjepit.
 - Jenis patahan: Patahan tidak rata dengan banyak porositas.
5. **Searah 2 (40:60)** - Kekuatan tarik: 12,39 MPa
 - Lokasi patahan: Di tengah spesimen.
 - Jenis patahan: Patahan tidak rata dengan retakan serat yang terbelah.

6. **Searah 3 (40:60)** - Kekuatan tarik: 19,33 MPa
 - Lokasi patahan: Di tengah spesimen.
 - Jenis patahan: Patahan dominan pada resin dengan sedikit serat yang terlepas.
7. **Acak 1 (70:30)** - Kekuatan tarik: 5,87 MPa
 - Lokasi patahan: Dekat penjepit.
 - Jenis patahan: Patahan tidak rata dengan banyak retakan acak.
8. **Acak 2 (30:70)** - Kekuatan tarik: 7,69 MPa
 - Lokasi patahan: Di tengah spesimen.
 - Jenis patahan: Patahan dominan pada resin dengan sedikit serat yang terlepas.
9. **Acak 3 (30:70)** - Kekuatan tarik: 8,51 MPa
 - Lokasi patahan: Di tengah spesimen.
 - Jenis patahan: Patahan tidak rata dengan retakan serat yang terbelah.
10. **Acak 1 (40:60)** - Kekuatan tarik: 4,64 MPa
 - Lokasi patahan: Dekat penjepit.
 - Jenis patahan: Patahan acak dengan kombinasi retakan resin dan serat.
11. **Acak 2 (40:60)** - Kekuatan tarik: 6,33 MPa
 - Lokasi patahan: Dekat penjepit.
 - Jenis patahan: Patahan tidak rata dengan banyak porositas.
12. **Acak 3 (40:60)** - Kekuatan tarik: 7,47 MPa
 - Lokasi patahan: Di tengah spesimen.
 - Jenis patahan: Patahan tidak rata dengan retakan serat yang terbelah.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pada pengujian tarik dengan fraksi volume serat 25% dan matriks 75%, perendaman NaOH 5% selama 2 jam menghasilkan kekuatan tarik maksimal sebesar 61,967 MPa dan yang

paling rendah adalah komposit dengan fraksi volume serat 50% dan matriks 50% memiliki kekuatan tarik sebesar 36,575 MPa. (M. Saripuddin, 2022).

Penelitian ini bermanfaat dalam pengembangan material komposit berbasis serat alami, khususnya serat sabut kelapa, sebagai alternatif material ramah lingkungan dengan kekuatan tarik yang optimal. Material komposit ini memiliki potensi aplikasi di berbagai industri, seperti otomotif, konstruksi, dan produk ramah lingkungan lainnya, yang memerlukan material berkekuatan tinggi namun ringan. Selain itu, penelitian ini juga mendukung upaya pemanfaatan limbah pertanian, seperti serat sabut kelapa, sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomi limbah sekaligus mengurangi dampak lingkungan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian spesimen menunjukkan arah penyusunan serat searah menghasilkan kekuatan tarik tertinggi yaitu 25,02 MPa (pada fraksi volume serat dan matriks 30% : 70% panjang 120 mm), sedangkan penyusunan serat secara acak menghasilkan kekuatan terendah yaitu 7,47 MPa (pada fraksi volume serat dan matriks 40% : 60% panjang 30 mm). penurunan kekuatan tarik berkisar 70,1%. Panjang serat berperan penting dalam memengaruhi kekuatan tarik komposit. Dengan panjang serat yang lebih besar, tegangan dapat terdistribusi lebih merata di dalam material, sehingga dapat meningkatkan kemampuan komposit dalam menahan beban tarik.
2. Variasi komposisi serat dan matriks yang tidak seimbang dapat menyebabkan pendistribusian resin yang kurang merata, sehingga menghasilkan area dengan ikatan yang kurang kuat. Selain itu dari dua belas specimen yang di uji terdapat beberapa specimen yang mengalami kegagalan karena terdapat rongga udara (porositas) yang didalamnya yang mengakibatkan menurunnya kekuatan komposit serat sabut kelapa tersebut.

6.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut, yaitu:

1. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber bagi peneliti selanjutnya, contoh dengan adanya penambahan atau pengurangan serat sabut kelapa, penambahan panjang serat serta arah penyusunan dan penambahan material lainnya yang dapat menutupi kekurangan specimen komposit serat sabut kelapa.
2. Pada proses pencetakan komposit, perlakuan penekanan harus diperhatikan dan dilakukan dengan benar agar perpaduan antara serat dan resin dapat

menyatu dengan sempurna, sehingga dapat menghasilkan spesimen komposit yang baik dan tidak terdapat rongga udara didalam spesimen yang dapat mengakibatkan penurunan kekuatan tariknya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abusiri, M. I. H. (2016). Pengaruh Fraksi Massa Serat dan Konsentrasi Alkali Terhadap Kekuatan Tarik Bahan Komposit Selulosa Bakteri Dengan Penguat Serat Ampas Tebu
2. Aisah, Nuning dkk. 2004. *Pembuatan Komposit Polimer Berpenguat Serat Sintetik Untuk Bahan Genteng*.
3. Arba, A. A. (2021). *Pengaruh waktu perebusan dalam Larutan Enzim Bromelain pada Serat Bambu Petung (Dendrocalamus asper) terhadap Kekuatan Tarik Komposit Bermatrik Epoxy*.
4. Budianta, St., Mt., (2021). *Teknologi Material Komposit berbasis Serat Tebu*. Bandung.
5. Hidayat, S. (2019). Analisis Kekuatan Laminat Komposit Dengan Sabut Kelapa Sebagai Serat Penguat .
6. Irawan. Yusril. 2013. *Pembuatan dan Uji Karakteristik Akustik Komposit Papan Serat Sabut Kelapa*. Desember. Bandung.
7. Irwanto, S. R. (2014). Analisis Kekuatan Tarik dan Struktur Komposit Berpenguat Serat Alam Sebagai Bahan Alternative Pengganti Serat Kaca Untuk Pembuatan Dashboard Momentum
8. Khatimah. F. K. (2018). Analisa Serat Eceng Gondok dan Hdep (*High Density Polyethylene*) Material Alternatif pada Lambung Kapal.
9. Muhammad Arsyad, Y. K. (2020). Efek Perlakuan Natrium Hidroksida Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa . *Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*
10. Prasada. Aris (2015). *Pengaruh Variasi Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Komposit*.
11. Prabowo, L, (2007). Pengaruh perlakuan kimia pasa serat kelapa (*coir fiber*) terhadap sifat mekanis komposit serat dengan matriks polyester. Yogyakarta.
12. Rambe, M. S. A. (2011). *Pembuatan dan Karakterisasi Papan Partikel dari Campuran Resin Polyester dan Serat Ampas Tebu*.
13. Tantowi, M. (2014). *Pengaruh Variasi Jarak Anyaman Serat dengan Orientasi 45° dan 135° Pada Material Komposit Poliester/Sisal (Agave Sisalana) Terhadap Sifat Mekanik* .
14. Yuliyanto & Masdani (2018). Analisis Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Kekuatan Impak Dan Model Patahan Komposit Polyester Berpenguat Serat Gaharu. *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 15-20.
15. Yuniarti, M. A. (2011). *Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat, Dan Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Skin Komposit Sandwich Beban Dasar Serat Tebu*

DAFTAR LAMPIRAN



Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup

Nama : Nugraha Aditya
NPM : 19320004
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Tempat, Tanggal lahir: Palembang, 21 April 2002
Agama : Islam
Kebangsaan : Indonesia
Status : Belum Menikah
Nama Ayah : Suwandi
Nama Ibu : Tumiarsih
Telpon : 089629304594
Email : nugrahaadityaps2017@gmail.com
Alamat : Jl. Kapten Robani Kadir, Lr. Hikmah II, RT 24, RW 06, NO 88, Kel.
Talang Putri, Kecamatan Plaju, Palembang.
Riwayat Pendidikan :

1. SD Negeri 267 Palembang Lulus Tahun 2013
2. SMP Negeri 24 Palembang Lulus Tahun 2016
3. SMA Patra Mandiri 01 Palembang Lulus Tahun 2019

Yang Menyatakan

Nugraha Aditya

Lampiran 1: Tahap Pembersihan Serat Sabut Kelapa



Proses penyisiran serat agar bersih dari serbuk dan kulit luarnya.



Pengumpulan serat sabut kelapa yang siap digunakan.

Lampiran 2 : Tahapan Perendaman dan pengeringan serat sabut kelapa



Perendaman serat menggunakan campuran NaOH.



Pencucian serat menggunakan air untuk mengkilangkan sisa NaOH saat perendaman.



Pengeringan serat dibawah terik matahari langsung.



Proses pengelompokan serat sabut kelapa.

Lampiran 3 : Tahapan Pembuatan dan Pengujian Spesimen Komposit



Menimbang serat yang digunakan.



Menimbang resin yang akan digunakan.



Menimbang Katalis yang digunakan.



Menuangkan cairan resin dan katalis
Kedalam cetakan yang telah
disusun serat.



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS IBA

SURAT KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS IBA
Nomor FT/E 23/2024/X/180
tentang
PENUNJUKAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS IBA

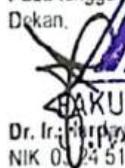
Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA

- Memperhatikan
1. Permohonan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin untuk menyusun Skripsi, pada semester Ganjil/Genap Tahun Akademik 2024/2025.
 2. Surat Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas IBA Nomor PSTM/E 7/2024/X/037, tanggal 02 Oktober 2024, tentang usulan Dosen Pembimbing Skripsi.
- Menimbang
1. Bahwa guna pelaksanaan penulisan skripsi tersebut perlu mengangkat dan menunjuk Dosen Pembimbing skripsi yang relevan dengan bidang kajian skripsi
 2. Bahwa untuk terleb administrasi perlu diterbitkan surat keputusan sebagai pedoman dan landasan hukumnya
- Mengingat
1. Undang-Undang RI Nomor 2 Tahun 1989
 2. Peraturan Pemerintah No.60 Tahun 1999
 3. Statuta Universitas IBA
 4. Surat Keputusan BAN-PT No 7477/SK/BAN-PT/Ak-PPJ/S-XI/2020, tentang status akreditasi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA.
 5. Surat Kep. Rektor UIBA Nomor 197/UI-M 6/VIII/1991, tentang ketentuan umum dan prosedur penulisan Skripsi
 6. Surat Kep. Pengurus Harian Yayasan IBA, Nomor 203/Pers IBA/C-3/VIII/2024, tentang pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA.

MEMUTUSKAN

- Menetapkan
Pertama Menunjuk dan mengangkat Dosen Pembimbing skripsi dengan susunan sebagaimana terlampir
- Kedua Masa berlakunya SK Pembimbing selama 2x semester dan dinyatakan selesai setelah mahasiswa yang dibimbing dinyatakan lulus dalam sidang sarjana. Jika penyusunan skripsi melebihi batas waktu 2x semester, maka dinyatakan gagal dan SK. Akan ditinjau kembali.
- Ketiga Surat keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan selesainya penyusunan skripsi tersebut dengan ketentuan apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam keputusan ini, maka akan diperbaiki sebagaimana mestinya

Ditetapkan di Palembang
Pada tanggal 02 Oktober 2024
Dekan,


FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS IBA
Dr. Ir. Heri Prasetyo
NIK 0014514

Tembusan Yth

1. Ketua Program Studi
2. Dosen Pembimbing skripsi
3. Arsip.



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS IBA

Lampiran

SK Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA
Nomor : FTE/23/2024/X/180, Tanggal : 03 Oktober 2024

**NAMA DOSEN PEMBIMBING UTAMA DAN PEMBIMBING KEDUA
PENULISAN SKRIPSI MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
SEMESTER GANJIL/GENAP 2024/2025**

NO	NAMA / NPM	JUDUL SKRIPSI	PEMBIMBING UTAMA	PEMBIMBING PENDAMPING
1.	Nugraha Aditya (19320004)	Analisa Kegagalan Pada Pengujuan Tank Material Komposit Serat Sabut Kelapa	Reny Afriany, S.T, M.Eng	Ir. Asmadi, M.T

Ditetapkan di Palembang
Pada tanggal 03 Oktober 2024

Dekan,


FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS IBA
Dr. Ir. Hardayana
NIK. 03.34.514



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS IBA PALEMBANG
Jl. Mayor Ruslan, 9 Ilir, Ilir Timur II, Kota Palembang,
Sumatera Selatan 30113
Telp. (0711) 361712

LEMBAR KONSULTASI DENGAN DOSEN PEMBIMBING

Nama/NPM : Nugraha Aditya/19320004
Judul Skripsi : Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Material Komposit Serat Sabut Kelapa
Dosen Pembimbing I : Reny Afriany, ST., M.Eng

No	Tanggal	Bahasan	Paraf Pembimbing	Keterangan
1	07/10/2024	Substansi latar belakang		terb. I
2	16/10/2024	Bab II, cari referensi w/ pengujian tensile komposit		
3	14/11/2024	Bab III, substansi bag. dir		
4	21/11/2024	Many ulay data & buat tabel / grafik		
5	10/12/2024	Selesaikan kumpulan dg kajian		
6	23/12/2024	Perbaiki tata tulis sesuai aturan		

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Reny Afriany, S.T. M.Eng.



UNIVERSITAS IBA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS IBA PALEMBANG
Jl. Mayor Ruslan, 9 Ilir, Ilir Timur II, Kota Palembang,
Sumatera Selatan 30113
Telp. (0711) 361712

LEMBAR KONSULTASI DENGAN DOSEN PEMBIMBING

Nama/NPM : Nugraha Aditya/19320004
Judul Skripsi : Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Material Komposit Serat Sabut Kelapa
Dosen Pembimbing II : Ir. Asmadi, MT.

No	Tanggal	Bahasan	Paraf Pembimbing	Keterangan
①	10/12-24	- Komposit serat sabut kelapa tdk ada pd Dsb-II?	f	
②	7/1-25	- pengujian tarik pengujian kuat dan bentuk pss -cut off	f	
③	9/1-25	- pengujian tarik dan ketahanan	f	
④	17/1-25	- pengujian tarik dan ketahanan pss dan tayar	f	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin

Reny Afriany, S.T. M.Eng.

FAKULTAS TEKNIK UNIVESITAS IBA
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

LEMBAR PERBAIKAN

Ujian : ..*Sidang Skripsi*.....
Tanggal : ..*17 Jan 2025*.....

Nama : ..*Nugraha Aditya*.....
NIM : ..*19320004*.....

No	Halaman	Materi Perbaikan	Keterangan
		<p>- Bandingkan hasil penelitian anda dengan hasil penelitian set orang lain sebelumnya Jg parameter yg sama/mendekati dengan parameter anda</p>	<p>Sudah diperbaiki sebagai mana mestinya. <i>20/10/2025</i> <i>Arie</i> Arie Yudha B</p>

Palembang,
Dosen Penguji

Arie
Arie Yudha B