

ANALISIS KEKUATAN LENTUR BAHAN KOMPOSIT DARI  
CAMPURAN SERAT PELEPAH PINANG (*ARECA CATECHU*)  
DENGAN RESIN *EPOXY*

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik  
Universitas Islam Riau



**RIZKY HARIADI**  
15.331.0531

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU

2022

HALAMAN PERSETUJUAN



Dody Yulianto, S.T., M.T.  
Dosen Pembimbing

Tanggal : 10 Agustus 2022

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISIS KEKUATAN LENTUR BAHAN KOMPOSIT DARI  
CAMPURAN SERAT PELEPAH PINANG (ARECA CATECHU) DENGAN  
RESIN EPOXY

Disusun Oleh :

RIZKY HARIADI

NPM : 153310531

Disetujui :

PEMBIMBING

DODY YULIANTO, S.T.MT

NIDN. 1029047302

PENGUJI I

PENGUJI II

Dr. KURNIA HASTUTI, S.T., MT

NIDN. 1008057102

Ricza Zulrim Aidlo, B.Eng., M.Sc.

NIDN. 1002129301

Disahkan Oleh :

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JHONNI RAHMAN, B.Eng., M.Eng., Ph.D

NIDN. 1009038504

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizky Hariadi

NPM : 153310531

Fakultas/Prodi : Teknik/Program Studi Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Analisis Kekuatan Lentur Bahan Komposit dari Campuran Serat Pelepah Pinang (Areca Catechu) dengan Resin Epoxy

Menyatakan dengan sebenar-benarnya, bahwa penulisan Tugas Akhir ini adalah hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari karya tulis saya sendiri, baik dari naskah laporan maupun data-data yang tercantum sebagai bagian dari Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya tulis milik orang lain, saya akan mencantumkan sumber dengan jelas di daftar pustaka.

Surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan serta ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan berlaku di Universitas Islam Riau.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam sadar dan kondisi sehat serta tanpa paksaan dari pihak manapun.

Pekanbaru, 14 Agustus 2022



**Rizky Hariadi**  
NPM 153310531

## CURRICULUM VITAE

Nama : Rizky Hariadi  
Tempat / Tanggal Lahir : Binjai ,31-08-1997  
Alamat : Jl.kartama gang Kelapa  
No Hp : 082172049935  
Email : rizkyhariadi08@gmail.com  
Motto Hidup : Menuju Tak Terbatas dan Melampauinya

### **JENJANG PENDIDIKAN**

No	Pendidikan	Tempat	Tahun
1	SDN 020 simpang 4 belilas	Belilas	2009
2	Mts Al-ihsan Buluh Rampai	Buluh Rampai	2012
3	MA Al-ihsan Buluh Rampai	Buluh Rampai	2015
4	Teknik Mesin UIR	Pekanbaru	2022

### **PENGALAMAN ORGANISASI**

No	Organisasi	Jabatan	Tahun
1	DEMA FT UIR	Ketua Umum	2017
2	DEMA UIR	Wakil Komisi 2	2018
3	HMI FAI-TEKNIK UIR	Kabid P3A	2017
4	PM-INHU	Kabid Kaderisasi	2018
5	HMI Cabang Pekanbaru	Wasekum PAO	2019
6	HMI BADKO Riau-Kepri	Wasekum Internal	2020
7	HMI BADKO Riau-Kepri	Kabid Lingkungan	2022
8	DPD KNPI Riau	Sekbid BUMD dan CSR	2022

### **PELATIHAN**

No	Pelatihan	Tahun
1	LK1, LK2, LK3 HMI	2015, 2017,2021
2	Bela Negara	2018
3	Kapasitas Moral dan Intelektual Pemuda Se-Provinsi Riau	2015

## KATA PENGANTAR



**Assalamualaikum, Wr. Wb.**

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Adapun tujuan penulisan tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau. Selain itu penulisan Tugas Akhir ini juga bertujuan agar mahasiswa bisa berpikir secara akal sehat dan ilmiah serta bisa menuangkan pemikirannya secara sistematis dan terstruktur.

Penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan skripsi ini, khususnya kepada :

1. Bapak Dr. Eng Muslim, ST.,MT. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
2. Bapak Jhoni Rahman, B,Eng., M.Eng., Phd. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
3. Bapak Rafil Arizona, ST., M.Eng., selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dody Yulianto, ST, MT. selaku Dosen Pembimbing yang telah sabar dalam memberi bimbingan dan arahan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Kedua orang tua penulis, Bapak Muhardi dan Ibu Supatmi yang selalu

mendoakan dan memberikan dukungan baik secara moril maupun finansial. Serta seluruh keluarga besar penulis atas doa dan semangat yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. Gustrianda,ST., Rizki Resiwa yang turut membantu dalam penelitian Tugas Akhir ini.
7. Irwan Maryulin SE, yang membantu memberikan dukungan moril dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Rio Wanatabe S.pd, Irham Primanza, Ridho Wardani, Owla., Ojik., Nanda Putra Pratama., yang telah mensupport penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. HMI Komisariat Fai-Teknik UIR, KUON.ID, dan Hariadi Foundation yang senantiasa memberikan Spirit kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Seluruh rekan-rekan mahasiswa teknik mesin khususnya angkatan 2015 yang selalu membantu dan memberi semangat kepada penulis.

Adanya saran dan kritik demi kesempurnaan tugas ini akan penulis terima dengan senang hati dan penulis ucapkan terimakasih.

**Wassalamualaikum, Wr. Wb.**

Pekanbaru, 08 Juni 2022

**Rizky Hariadi**

**ANALISIS KEKUATAN LENTUR BAHAN KOMPOSIT DARI CAMPUR  
SERAT PELEPAH PINANG (ARECHA CATECHU) DENGAN RESIN  
EPOXY**

**Rizky Hariadi<sup>1</sup> Dody Yulianto<sup>2</sup>**

Mahasiswa program studi mesin, fakultas teknik, universitas islam riau-mail :  
[rizkyhariadi08@gmail.com](mailto:rizkyhariadi08@gmail.com)  
Jalan kaharuddin nasution no. 113 perhentian marpoyan

**ABSTRAK**

Manusia sejak dari dulu telah berusaha untuk menciptakan berbagai produk yang terdiri dari gabungan lebih dari satu bahan untuk menghasilkan suatu bahan yang lebih kuat. Pada penelitian untuk tugas akhir berjudul analisis kekuatan lentur bahan komposit dari campuran serat pelepah pinang dengan resin epoxy. Serat yang digunakan adalah serat dari pelepah pinang dan resin epoxy sebagai matriksnya. Pembuatan bahan komposit dengan metoda dicetak dari bahan kaca. Dimana serat yang telah disiapkan diletakkan pada cetakkan dan dituangkan resin epoxy sesuai dengan komposisi 50% resin : 50% serat, 60% resin : 40% serat, 70% resin : 30% serat. Setelah itu bahan di potong untuk diuji bending dengan ukuran 250 x 40 x 4 (mm) sebanyak 9 buah spesimen. Dari hasil pengujian didapatkan nilai pada campuran 60% matrik dengan 40% serat lebih kuat dengan tegangan bending 59.37 N/mm. Modulus elastisitas bending paling tinggi campuran 60% matriks dengan 40% serat yaitu 80.96 N/mm. campuran 50% matriks dan 50% serat tidak mencapai hasil yang diperkirakan hanya mencapai 10.71 N/mm tegangan bending dan pada modulus elastisitas *bending* hanya 67 N/mm. Dari hasil pengujian didapat bahwa bahan dapat digunakan dan diaplikasikan pada bidang otomotif.

Kata Kunci : *serat pelepah pinang, resin epoxy, uji bending*

<sup>(1)</sup>Peneliti

<sup>(2)</sup>Pembimbing I



**ANALYSIS OF STRAIGHT STRENGTH OF COMPOSITE MATERIALS  
FROM MIXTURE OF ARECHA MIDRIB FIBER (ARECHA CHATECHU)  
WITH EPOXY RESIN**

**Rizky Hariadi<sup>1</sup> Dody Yulianto<sup>2</sup>**

*Student of machine study program, islamic university engineering faculty riaue-  
mail : [rizkyhariadi08@gmail.com](mailto:rizkyhariadi08@gmail.com)  
Jalan kaharuddin nasution no. 113 halt marpoyan*

**ABSTRACT**

*Human since from past has been attempted for create various product comprising from combined more from one ingredients for produce something more material strong. In the research for the final project, the analysis of flexural strength of composite materials was arecha midrib fibers (arecha catechu) with epoxy resin. The fiber used is fiber from arecha midrib and epoxy resin as the matrix. Making composite materials with printed methods from glass. Where the prepared fiber is placed on the print and poured epoxy resin according to the composition of 50% resin: 50% fiber, 60% resin: 40% fiber, 70% resin: 30% fiber. After that the material was cut to test bending with a size of 250 x 40 x 4 (mm) as many as 9 specimens. From the test results the value is obtained at 60% mix matrix with 40% fiber more strong with bending stress 59.37 N/mm. The most high bending elasticity modulus 60% matrix mixture with 40% fiber namely 80.96 N/mm. 50% matrix mixture and 50% of fiber does not achieve the expected results only reach 10.71 N/mm bending voltage and on the modulus of elasticity bending only 67 N/mm. From the test results it was found that the material can be used and applied to the automotive field.*

**Keywords:** *arecha midrib fiber, epoxy resin, bending test*

<sup>(1)</sup> *Researcher*

<sup>(2)</sup> *Advisor I*

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Bahan Komposit .....	6
2.2 Jenis-Jenis Komposit.....	7
2.3 Klasifikasi Bahan Komposit .....	9
2.3.1 Bahan Komposit Partikel .....	10
2.3.2 Bahan Komposit Serat.....	11
2.4 Kelebihan dan Kelemahan dalam Menggunakan Komposit.....	11
2.4.1 Kelebihan Menggunakan Komposit ( <i>Advantages Using Composite</i> ) .....	11
2.4.2 Kelemahan Menggunakan Komposit ( <i>Disadvantages Using Composite</i> ) .....	12
2.5 Pelepah Pinang .....	12
2.5.1 Morfologi Pinang .....	12
2.5.2 Serat Pelepah Pinang .....	13
2.6 Matriks Polimer.....	14
2.6.1 Matriks Polimer Epoxy .....	16
2.6.2 Matriks Polimer Vinylester .....	18
2.6.3 Matriks Polimer Polyester.....	19

2.6.4	Katalis/Hardener.....	20
2.7	Kekuatan Lentur Bahan Komposit.....	20
2.8	Pengujian Sifat Mekanik.....	21
2.8.1	Pengujian <i>Bending</i> .....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>24</b>
3.1	Diagram Alir Perencanaan .....	24
3.2	Studi Literatur .....	25
3.3	Waktu dan Tempat.....	25
3.4	Alat dan Bahan .....	26
3.4.1	Alat .....	26
3.4.2	Bahan.....	31
3.5	Tahapan Pengujian .....	33
3.5.1	Tahapan Persiapan Bahan .....	33
3.5.2	Tahapan Persiapan Alat.....	33
3.5.3	Tahapan Pembuatan Spesimen.....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>39</b>
4.1	Hasil Pengujian Sifat Mekanik Serat dan Matrik <i>Epoxy</i> .....	39
4.1.1	Hasil Pengujian <i>Bending</i> .....	39
4.1.2	Pembahasan Hasil Perhitungan .....	40
4.2	Perhitungan .....	41
4.2.1	Tegangan <i>Bending</i> .....	41
4.3	Tabel dan Grafik Perhitungan .....	42
4.3.1	Tabel dan Grafik Tegangan <i>Bending</i> .....	42
4.3.2	Tabel dan Grafik Modulus Elastisitas Tegangan <i>Bending</i> .....	43
4.4	Bentuk Hasil Pengujian.....	45
4.4.1	Hasil Sebelum Pengujian .....	45
4.4.2	Bentuk Saat Pengujian .....	46
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>50</b>
5.1	Kesimpulan .....	50
5.2	Saran.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>52</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>52</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3. 1</b> Hasil Pengujian Antara Variasi Komposit .....	37
<b>Tabel 3. 2</b> Komposisi Campuran.....	38
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil pengujian <i>bending</i> .....	39
<b>Tabel 4. 2</b> Tabel hasil perhitungan tegangan bending .....	42
<b>Tabel 4. 3</b> Tabel hasil perhitungan modulus elastisitas bending .....	43



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komposit .....	6
Gambar 2. 2 Jenis-jenis komposisi .....	7
Gambar 2. 3 Komposit serat .....	8
Gambar 2. 4 Komposit Laminat .....	8
Gambar 2. 5 Komposit Partikel .....	9
Gambar 2. 6 Klasifikasi Bahan Komposit .....	9
Gambar 2. 7 Serat Pelepah Pinang .....	13
Gambar 2. 8 Matriks <i>Polimer</i> .....	16
Gambar 2. 9 Matriks <i>Polimer Epoxy</i> .....	18
Gambar 2. 10 Matriks <i>Polimer Vinylester</i> .....	19
Gambar 2. 11 Matriks <i>Polimer Polyester</i> .....	19
Gambar 2. 12 Tiga titik pada uji <i>bending</i> (ASTM Standard D 790) .....	22
Gambar 2. 13 Bentuk spesimen uji <i>bending</i> ASTM Standard D 790 .....	23
Gambar 3. 1 Diagram Alir Perencanaan .....	24
Gambar 3. 2 Cetakan Kaca .....	26
Gambar 3. 3 Mesin <i>Scroll Saw</i> .....	27
Gambar 3. 4 Alat pengujian <i>bending</i> .....	28
Gambar 3. 5 Gelas ukur .....	28
Gambar 3. 6 Sarung tangan karet .....	29
Gambar 3. 7 Kuas .....	29
Gambar 3. 8 Timbangan digital .....	30

<b>Gambar 3. 9</b> Palu karet .....	30
<b>Gambar 3. 10</b> Wax .....	31
<b>Gambar 3. 11</b> Resin <i>Epoxy</i> (matriks <i>polimer</i> ) .....	31
<b>Gambar 3. 12</b> Serat pelepah pinang .....	32
<b>Gambar 4. 1</b> Titik Tumpuan ( <i>span</i> ) (Sumber: Yuyun Estriyanto, 2017) .....	39
<b>Gambar 4. 2</b> Tegangan Bending .....	43
<b>Gambar 4. 3</b> Modulus Elastisitas Bending .....	44
<b>Gambar 4. 4</b> Sampel Sebelum Pengujian .....	45
<b>Gambar 4. 5</b> saat pengujian .....	46



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Daerah penghasil buah pinang terbesar saat ini terletak di daerah Riau, tepatnya di kecamatan Kritang Kabupaten Indragiri Hilir, luas perkebunannya mencapai 16.384 Hektar, dengan luas perkebunannya sebesar ini Indragiri Hilir dapat menghasilkan 3,391 ton buah pinang perkebunannya. Dari permasalahan di atas, keterbatasan bahan kayu yang menyebabkan melambungnya penggunaan dan harga kayu yang naik, juga banyak permasalahan yang akan terjadi bila kayu digunakan dalam waktu panjang, maka dari itu dapat digunakan komposit sebagai bahan penggantinya, selain material ini lebih awet dalam masa penggunaan juga bahan material lebih ringan digunakan.

Pinang memiliki karakteristik tertentu yang membuatnya mudah dibedakan dari jenis tanaman lain. Tumbuhan ini tersusun atas batang, daun, tangkai daun dan buah. Pengolahan pelepah daun sirih hanya sebatas sampah organik dan sebagai pengganti kayu bakar untuk kebutuhan memasak tradisional. Padahal, jika dilihat lebih dekat, urat buah pinang ini bisa digunakan sebagai penguat atau serat alam dalam pembuatan komposit. Serat pinang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan komposit papan gipsum semen. Ini bertindak sebagai tulangan, mempengaruhi kuat tekan komposit dan berpengaruh terhadap kekuatan lentur komposit (Olanda. 2013)

*Areca Catechu* dikenal sebagai tanaman serbaguna yang memiliki manfaat untuk berbagai bidang kehidupan, termasuk kesehatan, transportasi, bangunan, kerajinan, makanan, budaya, industri kecil dan besar. Secara ilmiah, serat buah pinang merupakan salah satu serat alam dalam pembuatan material komposit, dan pemanfaatannya belum banyak dikembangkan. Pinang biasanya bisa tumbuh dari dataran rendah 1000 meter di atas permukaan laut hingga pegunungan. Idealnya, buah pinang sebaiknya ditanam pada ketinggian kurang dari 600 m di atas permukaan laut. (Anhar Palan, dkk., 2018)

Seiring dengan perkembangan teknologi, banyak sekali penemuan dari teknologi alternatif yang sangat dapat membantu mempermudah dan meringankan nelayan dari segala macam permasalahannya. Khususnya pada bahan material, yang sangat diperlukan nelayan adalah bahan material yang memiliki sifat mekanis yang tinggi dan pastinya berkualitas. Di Indonesia sendiri banyak dari nelayan yang masih menggunakan kayu sebagai bahan material dari perahunya, selain tidak efisien penggunaan kayu ini kurang efektif penggunaannya tidak akan bertahan lama dan masih banyak masalah yang akan terjadi, seperti pelapukan pada kayu, keroposnya kayu, kayu patah dan masih banyak lainnya. Hingga saat ini, inovasi di bidang teknologi material khususnya di bidang konstruksi terus berkembang. Salah satu tujuannya antara lain untuk meningkatkan kualitas bahan yang ada agar lebih tepat guna dan meminimalisir terjadinya efek samping negatif. (Samara. D, 2002)

Mehar meneliti kekuatan tarik komposit menggunakan 10% NaOH dan orientasi serat 90%. Ini optimal dengan waktu marah 8 jam karena hilangnya



beberapa elemen hemiselulosa, lignin, peningkatan kekasaran permukaan dan pengikatan sempurna. Selama pemadaman 16 jam dan 24 jam, sebagian besar lignin hemiselulosa hilang, sehingga sedikit perbaikan yang terlihat. Dengan orientasi serat kekuatan lentur 45 , 90 meningkat secara signifikan dari 8 jam menjadi 24 jam. Di sisi lain, kekuatan impak menurun di kedua orientasi serat..

Beranjak dari latar belakang diatas penulis bermaksud mengadakan penelitian dengan judul “Analisis Kekuatan Lentur Bahan Komposit Dari Campuran Serat pelepah pinang (*ARECA CATECHU*) dengan Resin *Epoxy*”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana menentukan komposisi dari campuran serat pelepah pinang dan *Resin Epoxy* ?
2. Bagaimana menentukan nilai optimum pada kekuatan lentur pada komposit dari campuran serat pelepah pinang dan *Resin Epoxy* pada perbandingan 50:50, 60:40, 70:30 ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pelaksanaan penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui komposisi dari campuran serat pelepah pinang dan *Resin Epoxy*.
2. Untuk mengetahui nilai optimum pada kekuatan lentur pada komposit dari campuran serat pelepah pinang dan *Resin Epoxy* pada perbandingan 50:50, 60:40, 70:30.

#### 1.4 Batasan Masalah

Di dalam Analisis kekuatan lentur bahan komposit dari campuran serat pelepah pinang dengan matriks resin *epoxy*, perlu diberikan batasan dengan tujuan batas lingkup penelitian.

Adapun batasan permasalahan dari analisis ini adalah :

1. Bahan komposit yang digunakan adalah serat pelepah pinang.
2. Bahan perekat yang digunakan adalah matriks resin *epoxy*.
3. Susunan serat yang digunakan adalah susunan acak (*random*)
4. Analisis kekuatan lentur ini menggunakan uji *bending* ASTM D-790.
5. Fraksi campuran yang digunakan matriks dan serat pelepah pinang dengan nilai 50%:50%, 60%:40%, 70%:30%.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat memanfaatkan pelepah pinang yang tidak digunakan.
2. Menambah perekonomian masyarakat dengan menjual pelepah pinang.
3. Mendapatkan hasil dari kekuatan uji lentur komposit serat pelepah pinang.
4. Menambah pengetahuan kepada masyarakat.

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembaca dalam memahami penelitian ini, maka dilakukan pembagian bab berdasarkan isinya. Adapun penelitian ini disusun

dalam lima bab, pembagian setiap bab adalah sebagai berikut :

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Bab ini berisikan tentang tinjauan pustaka yang diperoleh dari literatur untuk mendukung penelitian.

#### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisikan tentang langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian.

#### **BAB IV : HASIL DAN PENELITIAN**

Bab ini berisikan tentang hasil dan analisis penelitian dan pengolahan data.

#### **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran dari penulis.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Bahan Komposit

Komposit adalah bahan yang terdiri dari campuran beberapa jenis dengan sifat kimia dan fisik yang berbeda, menciptakan bahan baru dengan sifat yang berbeda dari bahan awal, yang merupakan contoh diagram komposit yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



**Gambar 2. 1** Komposit  
(Sumber : Irsan Adi Pratama, 2018)

Material komposit terdiri dari dua jenis material penyusun yaitu matrik dan *fiber* (bahan penguat). Keduanya memiliki fungsi yang berbeda, serat bertindak sebagai bahan bingkai yang membentuk komposit, dan matriks mengikat serat bersama untuk mencegahnya berubah posisi. Mencampur keduanya membuat bahan yang tahan lama, tahan lama namun ringan..

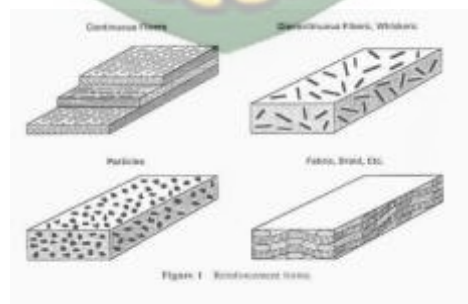
*Fiber* memiliki sifat mudah dibentuk kembali dengan cara dipotong atau dicetak sesuai kebutuhan desain.

Selain itu, susunan serat yang berbeda juga mengubah sifat-sifat komposit yang dihasilkan. Anda dapat menggunakan ini untuk mendapatkan properti komposit sesuai dengan parameter yang diperlukan.

Matriks biasanya terbuat menurut bahan matriks polimer. Ia berfungsi menjadi perekat material *fiber* sebagai akibatnya tumpukan *fiber* bisa merekat menggunakan kuat. Matriks polimer akan saling mengikat material *fiber* sebagai akibatnya beban yg dikenakan dalam komposit akan menyebar secara merata. Selain itu matriks polimer pula berfungsi buat melindungi fiber menurut agresi bahan kimia atau pula syarat cuaca ekstrim yg bisa merusaknya.

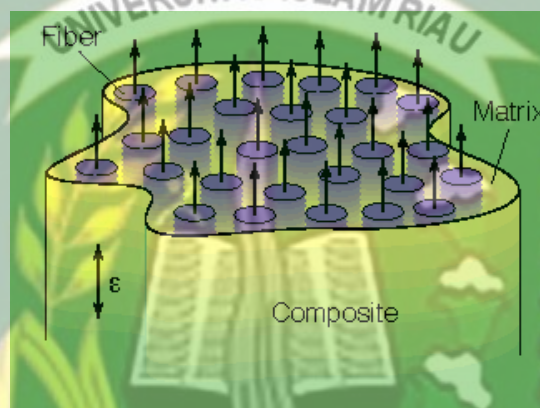
## 2.2 Jenis-Jenis Komposit

Jenis-jenis bahan komposit seperti pada gambar 2.2 adalah terdiri dari *fibrous composites*, *laminated composites*, dan *particulate composites*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat sebagai berikut :



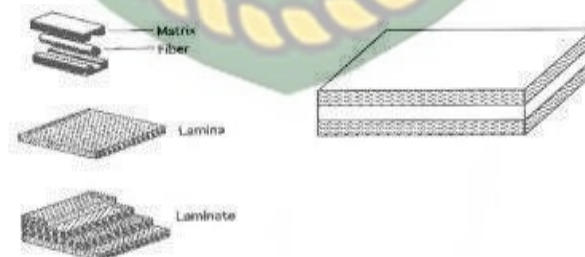
**Gambar 2. 2** Jenis-jenis komposit  
(Sumber : Ludi Hartono, 2009)

1. Komposit serat (*Fibrous Composite*) yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 merupakan komposit yang hanya terdiri dari laminasi atau lapisan dengan perkuatan serat/serat. Serat yang digunakan adalah serat kaca, serat karbon, serat aramid (polyaramid) dan sejenisnya. Serat dapat ditempatkan secara acak atau dalam arah tertentu. Misalnya, Anda dapat memiliki bentuk yang lebih kompleks seperti ini: B. Anyaman seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



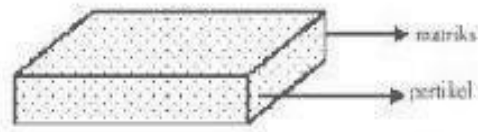
**Gambar 2.** Komposit serat  
(Sumber : Irsan Adi Pratama, 2018)

2. Komposit laminasi (*Laminated Composite*) adalah jenis komposit yang menggabungkan dua atau lebih lapisan menjadi satu, dan setiap lapisan memiliki karakteristiknya sendiri, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4..



**Gambar 2. 3** Komposit Laminat  
(Sumber : Zankert, 1999)

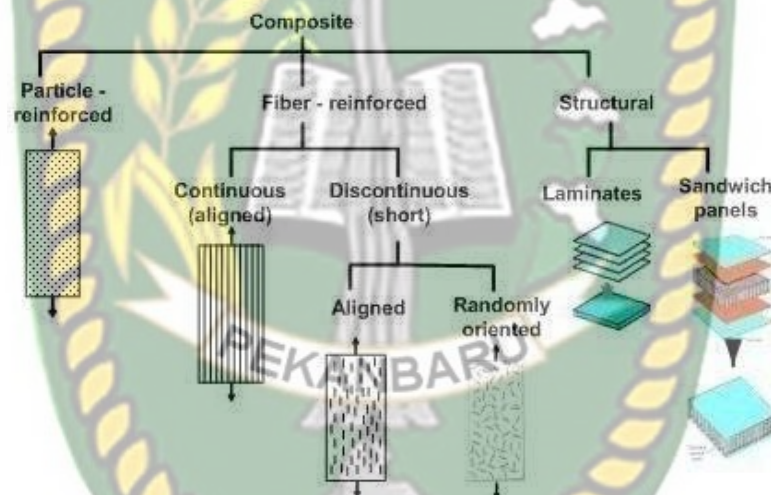
3. Komposit Partikel (*Particulate Composites*) seperti pada gambar 2.5 merupakan komposit yang menggunakan partikel/serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.



**Gambar 2. 4** Komposit Partikel  
(Sumber : Jones, 1975)

### 2.3 Klasifikasi Bahan Komposit

Klasifikasi komposit dapat dibentuk dari sifat dan strukturnya. Komposit dapat dibagi menjadi beberapa jenis seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.



**Gambar 2. 5** Klasifikasi Bahan Komposit  
(Sumber : Jones, 1975)

Secara umum klasifikasi komposit yang digunakan antara lain :

1. Klasifikasi berdasarkan kombinasi zat utama seperti logam organik atau anorganik logam.
2. Klasifikasi menurut karakteristik *bult form*, seperti sistem matriks atau *laminates*.
3. Klasifikasi menurut distribusi unsur pokok, seperti *continuous* dan *discontinuous*.

4. Klasifikasi menurut fungsinya, seperti elektrik *astructural* (Schwartz, 1984).

Klasifikasi komposit serat (*fiber matrix composites*) dapat dibagi menjadi beberapa jenis :

1. Komposit Serat (*Fiber Composites*) adalah gabungan serat dengan matriks.
2. *Filled Composites* adalah gabungan matriks *continuous skeletal* dengan matriks yang kedua.
3. *Flake Composites* adalah gabungan serpih rata dengan matriks
4. *Particulate Composite* adalah gabungan partikel dengan matriks
5. *Laminate Composite* adalah gabungan lapisan atau unsur pokok laminat (Schwartz, 1984:16).

Secara umum ada dua jenis komposit: komposit partikulat dan komposit serat.

Komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang terikat oleh matriks. Bentuk partikel ini dapat diubah sesuai kebutuhan, seperti lingkaran, kubik, tetragonal, atau tidak beraturan. Komposit serat, di sisi lain, terdiri dari serat yang diikat oleh matriks. Ada dua jenis morfologi, serat panjang dan serat pendek.

### 2.3.1 Bahan Komposit Partikel

Dalam struktur komposit, material komposit partikulat yang tersusun dari partikel disebut material komposit partikulat. Komposit partikulat umumnya digunakan sebagai pengisi dan penguat pada komposit matriks keramik. Komposit partikel umumnya lebih lemah dari komposit serat. Komposit partikulat memiliki



keuntungan sebagai berikut: Memiliki ketahanan abrasi, sulit robek, dan memiliki kekuatan ikatan yang baik dengan matriks.

### 2.3.2 Bahan Komposit Serat

Komposit fiber paling banyak digunakan karena elemen utama dari komposit adalah fiber dan memiliki banyak keunggulan. Komposit serat terdiri dari serat yang dihubungkan oleh matriks kohesif. Ada dua jenis bahan komposit serat ini: serat panjang (*continuous fibres*) dan serat pendek (*staples and whiskers*). Laporan ini berkaitan dengan komposit serat. Penggunaan komposit serat sangat efisien dalam menyerap beban dan gaya. Oleh karena itu, komposit serat sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, tetapi sangat lemah bila dibebani secara vertikal pada serat.

## 2.4 Kelebihan dan Kelemahan dalam Menggunakan Komposit

### 2.4.1 Kelebihan Menggunakan Komposit (*Advantages Using Composite*)

Kelebihan menggunakan komposit antara lain :

- a. Komposit tidak hanya memiliki sifat yang berbeda dari komponennya, tetapi juga dapat jauh lebih baik daripada komponennya.
- b. Komposit dirancang dengan sesuai kebutuhan.
- c. Komposit bisa didesain sebagai sangat bertenaga & kaku menggunakan berat relatif ringan, bahkan sangat ringan.
- d. Rasio kekuatan-terhadap-berat dan kekakuan terhadap berat berkali-kali lebih baik daripada baja dan aluminium. Oleh karena itu, komposit cocok untuk digunakan di pesawat terbang dan area olahraga.
- e. Sifat kelenturan dari komposit secara umum lebih baik dibanding logam teknik.

- f. Komposit dirancang agar tidak mudah berkarat.
- g. Bahan komposit memungkinkan sifat tidak mungkin dengan logam, keramik dan polimer.
- h. Komposit memungkinkan Anda mendesain material yang terlihat menarik.

#### 2.4.2 Kelemahan Menggunakan Komposit (*Disadvantages Using Composite*)

Kelemahan dalam menggunakan komposit antara lain :

- a. Banyak komposit bersifat anisotropik dan memiliki sifat yang berbeda tergantung pada orientasi komposit yang diukur.
- b. Banyak komposit berbasis polimer yang rentan terhadap serangan kimia atau pelarut. Polimer bersifat agresif.
- c. Secara umum, komposit sangat mahal.
- d. Proses pembuatan dan pencetakan komposit lambat dan mahal.

### 2.5 Pelepah Pinang

Pelepah daun pinang merupakan limbah dari perkebunan pinang yang belum banyak dimanfaatkan yaitu Tanaman Pinang (*Areca Catechu*).

#### 2.5.1 Morfologi Pinang

Pinang merupakan famili tumbuhan palma dengan batang tegak berdiameter 15 cm dan tingginya dapat mencapai 15-20 m. Buah berkecambah setelah 1,5 bulan dan memiliki puncak daun kecil yang tidak terbuka setelah 4 bulan. Pembentukan batang baru terjadi dua tahun kemudian dan berbuah pada umur 5-8 tahun, tergantung kondisi tanah. Tanaman ini mekar di awal dan akhir

musim hujan dan memiliki umur 25-30 tahun. Biji buah berwarna coklat sampai coklat kemerahan, agak bergelombang dan berwarna terang (Depkes RI, 1989).

*Areca Catechu* dikenal sebagai tanaman serbaguna yang memiliki manfaat untuk berbagai bidang kehidupan, termasuk kesehatan, transportasi, bangunan, kerajinan, makanan, budaya, industri kecil dan besar. Namun pengelolaan bagian buah pinang seperti pelepah daun dan akar batang masih sebatas sampah organik dan alternatif minyak tanah untuk kebutuhan memasak. Penggunaan serat alam juga disebabkan oleh penggunaan limbah tanaman tahan lama seperti kacang beca, ronter, gebans, kelapa dan aren, tanpa menebang pohon untuk mengurangi efek pemanasan global..

### 2.5.2 Serat Pelepah Pinang

Kayu palmae mempunyai sifat yang lebih dekat dengan kayu daun lebar daripada kayu daun jarum. Pada gambar 2.7 ini dicerminkan dari adanya saluran pada struktur pelepah pinang yang menyerupai sel pembuluh pada kayu daun lebar. (Rahayu, 2001).



**Gambar 2. 6** Serat Pelepah Pinang  
(Sumber : Annisa Reswara, 2020)

## 2.6 Matriks Polimer

Komposisi matriks polimer komposit terdiri dari beberapa komponen. Komponen utamanya adalah matriks polimer dan partikel pengisi anorganik. Selain kedua bahan tersebut, ada beberapa komponen lain yang dibutuhkan untuk meningkatkan efektivitas dan daya tahan bahan tersebut. Bahan penghubung (silane) diperlukan untuk memberikan ikatan antara pengisi anorganik dan matriks polimer, dan aktivator juga diperlukan untuk polimerisasi matriks polimer. Sejumlah kecil aditif lain meningkatkan stabilitas warna (peredam UV) dan mencegah polimerisasi dini (inhibitor seperti hidrokuinon).



**Gambar. 2.7** Perahu  
(Sumber : Akram, 2020)

Perahu adalah kendaraan air yang digerakkan oleh mesin atau dayung. Lambung perahu adalah bagian utama dari struktur perahu dalam menghasilkan daya apung (bouyancy) serta berfungsi untuk mendukung pembebanan yang diterima oleh perahu saat beroperasi. Lambung perahu akan menerima tegangan kombinasi akibat hampasan gelombang laut atau arus air serta benturan. Jenis pembebanan berupa tegangan tarik, tekan, tekuk, puntir dan impak. Maka, pembuatan perahu harus memperhatikan beberapa parameter yaitu material yang

kuat dan tangguh, struktur yang mempunyai daya tahan lama, ringan, murah, serta mudah dalam proses pembuatannya. Melalui pertimbangan nilai ekonomi serta kekuatan yang moderat serta proses pembuatan yang mudah maka bahan jenis kayu dan polymer yang diperkuat serat glass merupakan kandidat bahan yang paling sesuai untuk digunakan sebagai bahan pembuat perahu [1]. Maka dalam penelitian ini, penggabungan keduanya akan diaplikasikan dengan kayu berperan sebagai bahan utama yang diperkuat dengan polimer resin polyester berserat gelas yang sering disebut sebagai kayu komposit.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau



**Gambar 2. 8** Matriks *Polimer*  
(Sumber : Walmart.ca, 2020)

Seperti kita ketahui poly jenis matriks polimer yg terdapat pada pasaran & kita merasa galau memilih pilihan matriks polimer yg sinkron menggunakan apa yang akan kita kerjakan. Ada 3 tipe primer Matriks polimer yg paling generik dipakai waktu ini yaitu Epoxy, Vinylester, Polyester Matriks polimer. Masing-masing tipe matriks polimer ini mempunyai ciri dan nilai yg berbeda. Di bawah ini dibahas secara singkat tentang masing-masing matriks polimer ini. Perlu diketahui bahwa seluruh matriks polimer & pengeras mempunyai kelebihan, kekurangan & taraf keamanan masing-masing pada penggunaan. Harap teliti produk yang ingin Anda pakai & baca sepenuhnya label warta atau kabar keselamatan penghasil yg tertera dan ikuti petunjuk penggunaannya, contoh matriks seperti pada gambar 2.8

### 2.6.1 Matriks Polimer Epoxy

Matriks polimer epoksi yang ditunjukkan pada Gambar 2.9 adalah jenis matriks polimer yang paling berharga dan berkualitas tinggi dari ketiganya, tetapi juga cukup mahal. Matriks polimer epoksi biasanya

sekitar tiga kali lebih kuat daripada jenis matriks polimer terkuat lainnya. Epoxy mengandung serat karbon (*carbon fiber*), *fiberglass* (serat kaca), dan aramid atau kebler. Ini adalah jenis plastik tahan panas dan benturan yang biasa digunakan dalam pertahanan militer. Epoxy juga mengandung bahan matriks polimer lama, yang sebagian besar memiliki kualitas yang cukup baik..

Penting untuk diketahui bahwa sebagian besar epoksi cenderung menguning saat terkena air. Saat membeli epoksi untuk aplikasi yang terkena perubahan suhu ekstrim atau air, pastikan untuk membeli pengeras epoksi tahan segala cuaca. Kebanyakan epoksi berwarna kekuningan, seperti kombinasi emas dan oranye. Menggunakan sedikit epoksi dalam campuran komposit bahan matriks polimer tidak terlalu efektif, dan epoksi tampak transparan kecuali saat membasahi bahan Kevlar kuning atau serat *fiberglass* putih.

Dalam hal ini, Kevlar kuning mungkin tampak sedikit lebih gelap dan anda mungkin melihat sedikit warna kuning pada *fiberglass* putih. Matriks polimer epoksi yang sangat transparan dan bahan pengawet / katalis tersedia secara komersial, tetapi bahkan jika epoksi digunakan di dalam ruangan, menguning karena sinar matahari mungkin tidak dapat dihindari.



**Gambar 2. 9** Matriks *Polimer Epoxy*  
(Sumber : Walmart.ca, 2020)

### 2.6.2 Matriks Polimer Vinylester

Matriks polimer *vinylester* ini bisa ditinjau dalam gambar 2.10 umumnya mempunyai kurang lebih 1/3 kekuatan matriks polimer *epoxy*. Mereka melekat pada serat karbon & serat aramid atau kevlar, akan tetapi permanen saja sanggup dipakai buat pelaksanaan sederhana buat serat itu. Matriks polimer *vinylester* terutama dipakai menggunakan *fiberglass*, tetapi umumnya pula dipakai menggunakan karbon sebagian akbar buat pelaksanaan kosmetik jika mantel polyester bening atau *gelcoat* berbasis *polyester* dibutuhkan. Jenis matriks polimer ini usahakan dipakai menggunakan serat karbon atau aramid jibila memang hanya buat mengharapkan kekuatan material. Sebagai catatan, pelapis yg mengandung karet silikon urethan bisa dipakai bersama-sama menggunakan *epoxy*.





**Gambar 2. 10** Matriks *Polimer Vinylester*  
(Sumber : Walmart.ca, 2020)

### 2.6.3 Matriks Polimer Polyester

Matriks *polimer polyester* mempunyai harga yang paling murah di antara semua matriks *polimer*. Matriks *polimer* ini memiliki daya rekat yang buruk, tidak bisa digunakan untuk pekerjaan berserat karbon.

Mereka biasanya bekerja dengan baik hanya pada *fiberglass* dapat dilihat pada gambar 2.11.



**Gambar 2. 11** Matriks *Polimer Polyester*  
(Sumber : Walmart.ca, 2020)

Dari penerangan ketiga jenis pada atas telah diketahui jika matriks polimer *polyester* merupakan jenis matriks polimer yg paling *poly* dijual buat pembuatan barang-barang biasa misalnya hiasan gantungan kunci, fairing epilog *body* motor & barang-barang *fiberglass* lainnya. Semua

matriks polimer mampu dipakai buat melapisi barang-barang eksklusif namun mengacu pada ketiga jenis pada atas akan memilih kualitas masing-masing barang tentunya.

#### 2.6.4 Katalis/Hardener

Katalis/hardener adalah bahan kimia yang ditambahkan pada matriks polimer poliester untuk memperkuat matriks. Katalis adalah bahan kimia yang dapat meningkatkan laju reaksi tanpa memakan bahan, dan ketika reaksi selesai, bahan kembali ke bentuk aslinya tanpa perubahan kimia.

### 2.7 Kekuatan Lentur Bahan Komposit

Volume porsi serat komposit, yang merupakan aspek bentuk komposit, sangat penting untuk komposit yang diperkuat serat. Untuk mendapatkan komposit berkekuatan tinggi, perlu dilakukan pemerataan distribusi serat dan matriks selama proses pencampuran untuk mengurangi terjadinya rongga. Untuk menghitung fraksi volume, Anda perlu mengetahui parameter kerapatan matriks polimer, kerapatan serat, bobot komposit, dan bobot serat.

Adapun fraksi volume ditentukan dengan persamaan (Harper, 1996) sebagai berikut :

$$W_f = \frac{W_f}{W_c} = \frac{P_f \cdot V_f}{P_c \cdot V_c} = \frac{P_f}{P_c} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$V_f = \frac{P_c}{P_f} \cdot w_f = 1 - v_m \dots \dots \dots (2.2)$$

Jika massa serat dan matriks, dan densitas serat dan matriks diketahui saat membuat komposit, fraksi volume dan fraksi massa serat dapat dihitung

dengan menggunakan persamaan (Shackelford, 1992) :

$$V_f = \frac{\frac{w_f}{\rho_f}}{\frac{w_f}{\rho_f} + \frac{w_m}{\rho_m}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

$W_f$  : Fraksi berat serat

$w$  : Berat serat

$w_C$  : Berat komposisi

$\rho_c$  : Density serat

$\rho_f$  : Density komposit

$V_f$  : Fraksi volume serat

$V_m$  : Fraksi volume matrik

$v_f$  : Volume serat

$v_m$  : Volume matrik

## 2.8 Pengujian Sifat Mekanik

Pengujian sifat mekanik dari pengujian ini adalah pengujian kekuatan lentur/lentur yang dirancang untuk mengetahui ketahanan suatu komposit terhadap beban pada suatu titik lentur. Selain itu, pengujian ini juga bertujuan untuk mengetahui elastisitas bahan. Pada pengujian ini, benda uji dibebani dengan arah tegak lurus terhadap arah tulangan serat..

### 2.8.1 Pengujian *Bending*

Kita dapat menguji lentur material untuk menentukan kekuatan lentur material. Kekuatan lentur atau bending strength adalah tegangan lentur maksimum

yang dapat ditoleransi oleh beban luar tanpa mengalami deformasi atau patah yang berarti. Ada dua jenis pengujian bending yang dilakukan pada matriks (tipe resin) dan material komposit, yang pertama disebut 3-point bending dan yang kedua disebut 4-point bending. Tikungan tiga titik yang ditunjukkan pada Gambar 2.12 digunakan dalam penelitian ini.



**Gambar 2. 12** Tiga titik pada uji *bending* (ASTM Standard D 790)  
(Sumber : Yuyun Estriyanto, 2017)

Sebagai hasil dari uji lentur, bagian atas benda uji dikompresi dan bagian bawah ditarik. Untuk komposit, kuat tekan lebih tinggi daripada kuat tarik. Sampel akan rusak dan uji adhesi akan gagal karena tidak dapat menahan tegangan tarik yang diterimanya. Kekuatan lentur di bagian atas sama dengan kekuatan lentur di bagian bawah.

Gunakan persamaan berikut untuk menentukan tegangan lentur dan modulus lentur :

Tegangan *bending* ( $\sigma_b$ ) :

$$\sigma_b = \frac{2PL}{bd^2} \dots \dots \dots (2.4)$$

Modulus elastisitas *bending* ( $E_b$ ) :

$$E_b = \frac{L^3P}{4bd^3\delta} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

$\sigma_b$  : Tegangan *bending* (MPa)

P : Beban (N)

$E_b$  : Modulus elastisitas *bending* (MPa)

$\Delta$  : Defleksi (N/mm)

L : Panjang Span/jarak antara titik tumpuan, 80 mm

$L_0$  : Panjang spesimen, 120 mm

B : Lebar spesimen, 15 mm

D : Tebal spesimen, 6 mm

Bentuk dan ukuran spesimen seperti pada gambar 2.13

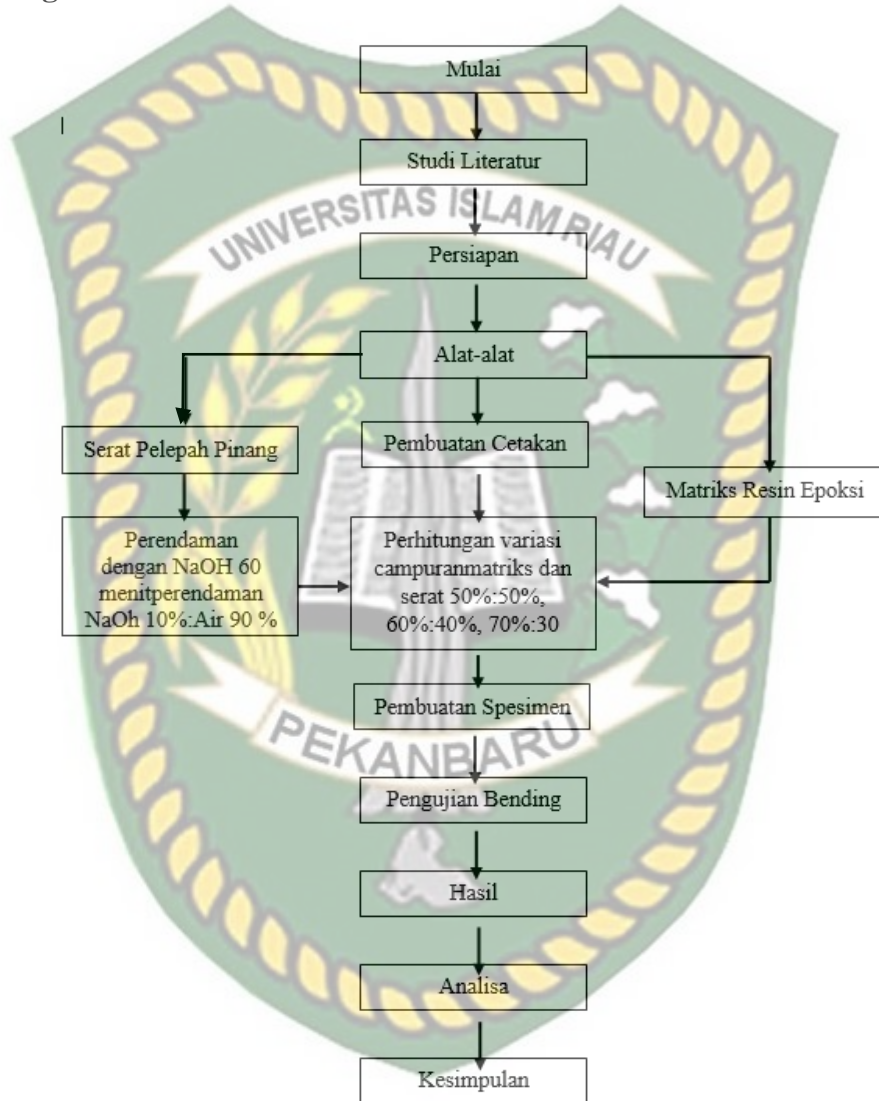


**Gambar 2. 7** Bentuk spesimen uji bending ASTM Standard D 790  
(Sumber : Gibson, 1994)

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Perencanaan



Gambar 3. 1 Diagram Alir Perencanaan

Gambar 3.1 menunjukkan beberapa tahapan diagram alir analisis dan pengujian. Hal ini memudahkan untuk melihat semua tahapan penelitian agar dapat melakukan analisis dan pengujian sesuai urutan analisis dan diagram alir pengujian.

### 3.2 Studi Literatur

Tahap studi literatur adalah studi yang berkaitan dengan masalah yang dibahas dengan mengumpulkan bahan-bahan yang diperlukan. Penelitian ini dilakukan melalui penelitian dan beberapa referensi dari sumber buku, jurnal, makalah sebelumnya, dan literatur yang berkaitan dengan pokok pembahasan. Studi literatur dijadikan sebagai dasar untuk membahas masalah sebagai referensi untuk penelitian tingkat berikutnya.

### 3.3 Waktu dan Tempat

Pengujian ini dilaksanakan pada waktu dan tempat sebagai berikut :

Waktu : April – Mei 2022

Tempat : Universitas Islam Riau (UIR) dan Politeknik Kampar (Polkam)

1. Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik UIR Pekanbaru (tahap pembuatan spesimen pengujian bahan komposit resin *epoxy* (matriks *polimer*) dengan campuran serat pelepah pinang (*archa catechu*).
2. Laboratorium Polkam (Tahap Pengujian bending spesimen bahan komposit resin *epoxy* (matriks *polimer*) dengan campuran serat pelepah pinang (*archa catechu*).

### 3.4 Alat dan Bahan

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu tahap pembuatan dan tahap pengujian.

#### 3.4.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

a. Cetakan

Cetakan pada gambar 3.2 terbuat dari kaca dengan ketebalan 0,6 cm, panjang 25 cm, dan lebar 12 cm. Cetakan ini berfungsi sebagai acuan dalam proses pencetakan dan pencampuran bahan antara resin/matriks *polimer* dengan serat pelepah pohon pinang agar didapat spesimen yang sesuai standar dan dapat diuji dengan layak. (Muhammad Hendi Aljabar, 2021)



**Gambar 3. 2** Cetakan Kaca



b. Alat pemotong spesimen (mesin *scroll saw*)

Mesin *scroll saw* seperti terlihat pada gambar 3.3 ini berfungsi untuk memotong spesimen sesuai standar pengujian. Proses pemotongan ini dilakukan di tempat jasa pembuatan *furniture*.



**Gambar 3. 3** Mesin Scroll Saw

c. Alat pengujian *bending*

Dalam pengujian spesimen ini juga dilakukan pengujian *bending* untuk mengetahui mutu material serta mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan didapatlah data yang akurat mengenai spesimen yang dilakukan pengujian. Seperti pada gambar 3.4 mesin uji yang digunakan HUNG TA HT-8503.



**Gambar 3. 4** Alat pengujian *bending*

d. Alat–alat pendukung proses pembuatan spesimen

Dalam proses persiapan bahan terdapat beberapa alat pendukung yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian ini. Alat-alat yang digunakan sebagai berikut :

a. Gelas Ukur

Gelas ukur pada gambar 3.5 ini digunakan sebagai wadah matriks resin epoksi pada saat pembuatan komposit.



**Gambar 3. 5** Gelas ukur

b. Sarung tangan

Sarung tangan dapat dilihat pada gambar 3.6 ini digunakan untuk melindungi tangan, agar tidak terjadi kontak langsung dengan zat kimia pada matriks maupun pada saat pencucian serat pelepah pinang yang menggunakan zat basa (NaOH).



**Gambar 3. 6** Sarung tangan karet

c. Kuas

Seperti pada gambar 3.7 kuas digunakan untuk meratakan wax maupun matriks pada cetakan.



**Gambar 3. 7** Kuas

d. Timbangan digital

Timbangan digital seperti gambar 3.8 digunakan untuk menimbang massa serat dan matriks *polimer*.



**Gambar 3. 8** Timbangan digital

Seperti terlihat pada gambar 3.9 palu karet digunakan untuk menghaluskan pelepah yang masih utuh menjadi serat.



**Gambar 3. 9** Palu karet

e. Wax

Wax seperti gambar 3.10 berfungsi sebagai pelapis cetakan agar material komposit yang sudah jadi akan mudah untuk dilepaskan dari cetakan.



**Gambar 3. 10** Wax

f. Alat bantu *lainnya*

Terdiri dari cutter, gunting, spidol, pulpen, klip, ember dan penggaris

### 3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Resin *Epoxy* (Matriks *Polimer*)

Resin *epoxy* (matriks *polimer*) dapat kita lihat pada gambar 3.11 resin *epoxy* (matriks *polimer*) merupakan bahan dasar yang akan kita gunakan dalam pengujian ini yang berfungsi mengikat bahan campuran lain agar memiliki kekuatan yang sesuai dengan yang dibutuhkan.



**Gambar 3. 11** Resin *Epoxy* (matriks *polimer*)

## 2. Serat pelepah pisang

Serat pelepah *pinang* seperti pada gambar 3.12 merupakan bahan campuran yang akan digunakan untuk membuat spesimen komposit. Dan panjang serat yang akan digunakan yaitu 30 mm.



**Gambar 3. 12** Serat pelepah pinang

## 3. NaOH

NaOH digunakan secara langsung untuk mengendalikan tingkat keasaman atau pH. Dalam industri daur ulang kertas, NaOH dimanfaatkan untuk memisahkan tinta dari serat kertas, sebelum digunakan kembali. Disini penulis menggunakan NaOH untuk menghilangkan getah pada serat pelepah pinang seperti gambar 3.13.



**Gambar 3. 13** Bahan pembersih (NaOH)

### 3.5 Tahapan Pengujian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu :

#### 3.5.1 Tahapan Persiapan Bahan

1. Siapkan resin *epoxy* (matriks *polimer*) dan *Epoxy hardener*
2. Potong dan tumbuk pelepah pinang hingga membentuk serat-serat halus

#### 3.5.2 Tahapan Persiapan Alat

1. Siapkan tempat/wadah pencampuran antara resin *epoxy* (matriks *polimer*) dengan serat pelepah pinang.
2. Siapkan tempat/ wadah untuk mengukur jumlah antara resin *epoxy* (matriks *polimer*) dan serat pelepah pinang.
3. Siapkan alat pencetakan spesimen yang berbahan kaca.
4. Siapkan alat pemotong ukuran spesimen (*scroll saw*)

### 3.5.3 Tahapan Pembuatan Spesimen

Langkah-langkah pembuatan spesimen pada penelitian ini adalah :

1. Membuat cetakan dari kaca dengan ukuran panjang 25 cm, lebar 12cm dan tinggi 0.6 cm.
2. Menyiapkan semua bahan baku yaitu Matriks *Polimer Epoxy* dan serat pelepah pinang.

Berdasarkan cetakan yang digunakan dapat dihitung dengan volume cetakan ( $V_c$ ) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_c &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi (3)} \\ &= 25 \text{ cm} \times 12 \text{ cm} \times 0.6 \text{ cm} \\ &= 180^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan massa jenis serat pelepah pinang dan matriks *epoxy* dapat dihitung :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

$\rho$  = Massa jenis (kg/3) atau (gr/c3)  $m$  =

Massa (kg atau gr)

$v$  = Volume ( $m^3$  atau  $cm^3$ ) (Archimedes, n.d)

Untuk menghitung persentase berat serat dan matriks yang perlu diketahui adalah volume cetakan ( $V_c$ ) 180  $cm^3$ . Massa jenis serat pelepah pinang ( $\rho$  serat) = 0.6  $gr/cm^3$  dan massa jenis matriks *epoxy* ( $\rho$  matriks) = 1.20  $gr/cm^3$ .



Dari hasil diatas maka dapat kita hitung berat dari masing-masing serat dan matriks. Dalam menghitung volume serat parameter yang perlu diketahui adalah berat massa jenis matriks, berat massa jenis serat, berat komposit, dan berat serat sebagai berikut :

Berat serat pelepah pinang :

$$\begin{aligned} \text{Massa} &= V \text{ cetakan} \times \rho \text{ serat} \\ &= 180 \text{ cm}^3 \times 0,6 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 108 \text{ gr Berat matriks epoxy :} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa} &= V \text{ cetakan} \times \rho \text{ matriks} \\ &= 180 \text{ cm}^3 \times 1.20 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 216 \text{ gr} \end{aligned}$$

- Spesimen 1

Untuk menentukan volume campuran komposisi serat pelepah pinang 50% dengan matriks 50% adalah :

$$\begin{aligned} \text{Serat} &= 50\% \times 108 \text{ gr} \\ &= 54 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Matriks} &= 50\% \times 216 \text{ gr} \\ &= 108 \text{ gr} \end{aligned}$$

Sehingga perbandingan campuran adalah 54 gr (50% serat) dan 108 gr (50% matrik).

- Spesimen 2

Untuk menentukan volume komposisi serat pelepah pinang

40% : matriks 60% adalah :

$$\begin{aligned}\text{Serat} &= 40\% \times 108 \text{ gr} \\ &= 43,2 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Matriks} &= 60\% \times 216 \text{ gr} \\ &= 129,6 \text{ gr}\end{aligned}$$

Sehingga perbandingan campuran adalah 43,2 gr (40% serat) dan 129,6 gr (60% matrik).

- Spesimen 3

Untuk menentukan volume campuran komposisi serat pelepah pinang 30% : matriks 70% adalah :

$$\begin{aligned}\text{Serat} &= 30\% \times 108 \text{ gr} \\ &= 32,4 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Matriks} &= 70\% \times 216 \text{ gr} \\ &= 151,2 \text{ gr}\end{aligned}$$

Sehingga perbandingan campuran adalah 32,4 gr (30% serat) dan 151,2 gr (70% matrik).

**Tabel 3. 1** Hasil Pengujian Antara Variasi Komposit

<b>SERAT</b>					
Variasi Serat	Spesimen	Volume Cetakan	$\rho$ Serat	Berat Matriks <i>Epoxy</i>	Perbandingan Campuran
50%	1	180	0,6	216	54
40%	2	180	0,6	216	43,2
30%	3	180	0,6	216	32,4
<b>MATRIKS</b>					
Variasi Serat	Spesimen	Volume Cetakan	$\rho$ Matriks	Berat Serat Pelepah Pinang	Perbandingan Campuran
50%	1	180	1,2	108	108
60%	2	180	1,2	108	129,6
70%	3	180	1,2	108	151,2

3. Serat pelepah pinang dipotong menjadi 10 cm. Serat ini masih mengandung getah dan kotoran, sehingga perlu dilakukan pencucian dengan menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH), 10% NaOH dan 90% Air setelah direndam selama 60 menit cuci bersih dan jemur hingga kering.
4. Siapkan serat pelepah pinang yang sudah ditentukan jumlah persentasenya dengan volume cetakan.
5. Kemudian campurkan bahan matriks dan serat pelepah pinang secara proporsional dan merata didalam satu wadah dengan variasi komposisi.

Berikut komposisi campuran matriks dan serat lidi :

**Tabel 3. 2** Komposisi Campuran

No.	Matriks (%)	Serat Pelepah Pinang (%)	Jumlah (%)
1.	50 %	50 %	100 %
2.	60 %	40 %	100 %
3.	70 %	30 %	100 %

6. Tuangkan bahan campuran resin dan serat pelepah pinang tadi ke dalam wadah cetakan secara merata.
7. Diamkan dan tunggu hingga campuran resin dan serat pelepah pinang tadi mengering dan keras selama 1x24 jam.
8. Setelah bahan campuran tadi kering dan dipastikan benar-benar keras. Selanjutnya, potong-potong spesimen berdasarkan standar ASTM D-790 pengujian *bending* dengan menggunakan mesin pemotong/mesin *scroll saw*.
9. Setelah proses pemotongan spesimen selesai, barulah spesimen diuji menggunakan alat pengujian *bending*, sehingga didapatlah data mutu, kualitas serta kekuatan pada pengujian bahan komposit tersebut.
10. Selanjutnya barulah dilakukan analisis hasil dan pengujian *bending* pada spesimen bahan komposit dengan campuran resin *epoxy* (matriks *polimer*) dengan serat pelepah pinang (*areca catechu*).

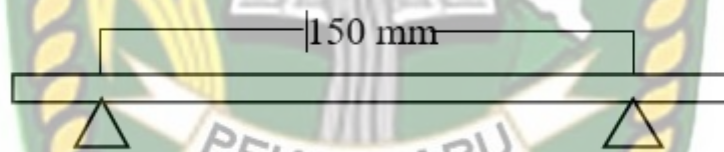
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Pengujian Sifat Mekanik Serat dan Matrik Epoxy

##### 4.1.1 Hasil Pengujian Bending

Uji *bending* adalah uji mekanis tidak aktif dimana kedua ujung benda uji bengkok ditopang oleh alas dan kemudian diberikan tekanan P (N) ke pusat celah antara kedua penyangga 150 mm dibebani pada Gambar 4.1 dan terdiri dari empat buah benda uji dengan ukuran panjang 250 x lebar 40 x tebal 4 (mm) dan terdiri dari empat buah benda uji. Hasil berdasarkan empat spesimen lentur dirangkum dalam Tabel 4.1..



**Gambar 4. 1** Titik Tumpuan (span)  
(Sumber: Yuyun Estriyanto, 2017)

**Tabel 4. 1** Hasil pengujian *bending*

Specimen	Beban (N)	Defleksi (N/mm)
50%-50%	34.3	0,12
60%-40%	190.0	0.55
70%-30%	66.7	0.25

Dari data hasil uji lentur komposit serat pelepah pianag dan matriks epoksi, secara khusus dapat dihitung tegangan lentur dan modulus lentur.

#### 4.1.2 Pembahasan Hasil Perhitungan

Gunakan persamaan berikut untuk menentukan tegangan lentur dan modulus lentur :

a. Tegangan *Bending* :

$$\sigma_b = \frac{2PL}{2bd^2} \dots\dots\dots(4.1)$$

b. Modulus Elastis *Bending* :

$$E_b = \frac{L^3 P}{4bd^3 \delta} \dots\dots\dots(4.2)$$

Keterangan :

$\sigma_b$  = Tegangan bending (MPa)

P = Beban (N)

$E_b$  = Modulus elastisitas bending (MPa)

$\delta$  = Defleksi (N/mm)

L = Panjang Span/jarak antara titik tumpuan, 150 mm

$L_0$  = Panjang spesimen, 250 mm

b = Lebar spesimen, 40 mm

d = Tebal spesimen, 4 mm

## 4.2 Perhitungan

### 4.2.1 Tegangan *Bending*

1. Sampel uji komposit 70% matriks : 30% serat

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{2 \times 66.7 \times 150 \text{ mm}}{2 \times 40 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}^2} \\ &= \frac{20.010}{960} \\ &= 20.84 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

2. Sampel uji komposisi 60% matriks : 40% serat

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{2 \times 190 \times 150 \text{ mm}}{2 \times 40 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}^2} \\ &= \frac{57.000}{960} \\ &= 59.37 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

3. Sampel uji komposisi 50% matriks : 50% serat

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{2 \times 34.3 \times 150 \text{ mm}}{2 \times 40 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}^2} \\ &= \frac{10.290}{960} \\ &= 10.71 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

### 4.2.2 Modulus Elastisitas *Bending*

1. Sampel uji dengan komposit 70% matriks : 30% serat

$$\begin{aligned}Eb &= \frac{150 \text{ mm}^3 \times 66.7}{4 \times 40 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}^3 \times 0.25 \text{ mm}} \\ &= \frac{10.005}{160} \\ &= 62.53 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

2. Sampel uji komposisi 60% matriks : 40% serat

$$\begin{aligned}
 E_b &= \frac{150 \text{ mm}^3 \times 190}{4 \times 40 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}^3 \times 0.55 \text{ mm}} \\
 &= \frac{28.500}{352} \\
 &= 80.96 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

3. Sampel uji komposisi 50% matriks : 50% serat

$$\begin{aligned}
 E_b &= \frac{150 \text{ mm}^3 \times 34.3}{4 \times 40 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}^3 \times 0.12 \text{ mm}} \\
 &= \frac{5.160}{76.8} \\
 &= 67 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

#### 4.3 Tabel dan Grafik Perhitungan

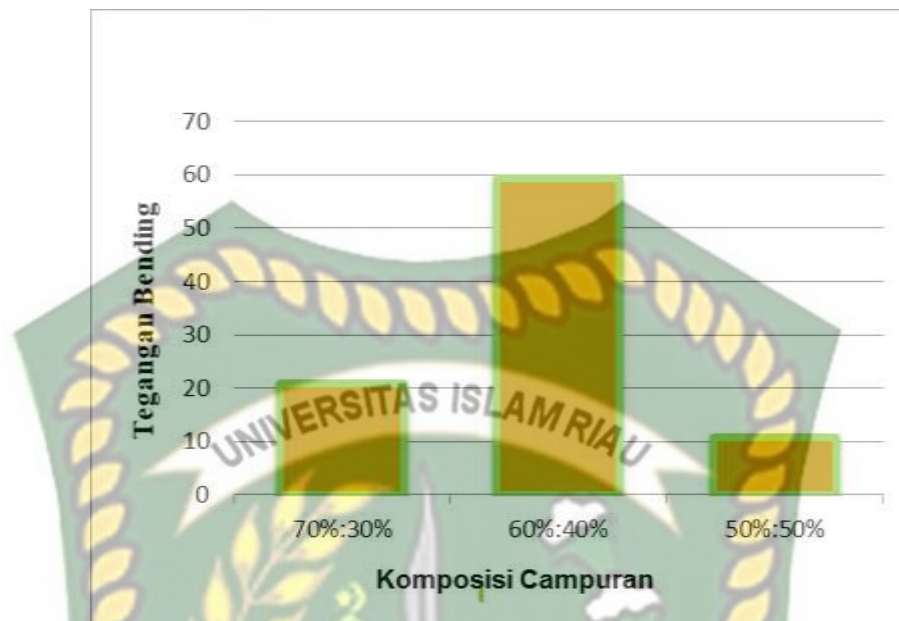
##### 4.3.1 Tabel dan Grafik Tegangan *Bending*

**Tabel 4. 2** Tabel hasil perhitungan tegangan bending

Sampel Uji Bending	Komposisi Campuran Matriks dan Serat	Tegangan Bending ( $\sigma_b = \text{N/mm}^2$ )
I	70% : 30%	20.84 N/mm <sup>2</sup>
II	60% : 40%	59.37 N/mm <sup>2</sup>
III	50% : 50%	10.71 N/mm <sup>2</sup>
Rata-rata :		30.3 N/mm <sup>2</sup>

Tegangan *bending* pada material komposit serat pelepah pinang yang mengandung matriks epoksi untuk komposisi campuran adalah 70% matriks: 30% serat, 60% matriks: 40% serat, dan matriks 50%: 50% serat, dan nilai tegangan lentur rata-rata adalah Ini adalah 30,3 N/mm<sup>2</sup>





**Gambar 4. 2** Tegangan Bending

Dari Tabel 4.2 dan Gambar 4.2, dapat dilihat bahwa tegangan lentur maksimum terletak pada komposit serat pelepah pinang dan matriks epoksi pada matriks 60% : komposisi campuran serat 40%. Ini setara dengan 59,37 mm<sup>2</sup>.

#### 4.3.2 Tabel dan Grafik Modulus Elastisitas Tegangan *Bending*

**Tabel 4. 3** Tabel hasil perhitungan modulus elastisitas bending

Sampel Uji Bending	Komposisi Campuran Matriks dan Serat	Modulus Elastisitas Bending ( $E_b = N/mm^2$ )
I	70% : 30%	62.53 $N/mm^2$
II	60% : 40%	80.96 $N/mm^2$
III	50% : 50%	67 $N/mm^2$
Rata-rata :		70.16 $N/mm^2$

Modulus elastisitas *bending* pada material komposit serat pelepah pinang yang mengandung matriks epoksi untuk komposisi campuran adalah

70% matriks: 30% serat, 60% matriks: 40% serat, dan 50% matriks: 50% serat, dan modulus lentur rata-rata. elastis 70,16 N/mm<sup>2</sup>



**Gambar 4. 3** Modulus Elastisitas Bending

Dari Tabel 4.3 dan Gambar 4.3 terlihat bahwa modulus lentur tertinggi terdapat pada komposit serat pelepah pinang dan matriks 60%: serat 40%, matriks epoksi dengan komposisi campuran 80,96.

Dilihat dari mekaniknya, yakni material komposit serat pelepah pinang dengan matriks *epoxy* ini dapat diketahui dari kekuatan *banding* result. Material komposit ini bersifat elastis, kekuatan yang paling besar adalah material komposit serat pelepah pinang 40% dan matriks *epoxy* 60%, karena memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi dari material komposit serat pelepah pinang 50% : 50% matriks *epoxy*.

Pengujian pada material komposit ini belum tentu membawa hasil yang benar-benar baik. Bisa dilihat pada banyak faktor antara lain :

1. Pada faktor serat, penempatan serat kurang teratur dan merata sehingga kemungkinan penurunan kekuatan bisa terjadi.

2. Adanya void-void yang sudah jelas mengindikasikan material yang jelek, void terjadi karena pada proses pembuatan material komposit ini dilakukan kurang terlalu benar dan baik.
3. Ukuran serat khususnya panjang serat pelepah pinang, dalam teori dikatakan semakin panjang ukuran serat dan searah dengan tekanan beban maka akan menghasilkan kekuatan lentur komposit yang lebih tinggi.

#### 4.4 Bentuk Hasil Pengujian

##### 4.4.1 Hasil Sebelum Pengujian



**Gambar 4. 4** Sampel Sebelum Pengujian

Gambar 4.4 menunjukkan objek/sampel sebelum dilakukan pengujian. Ini adalah hasil guntingan cetakan 250 x 40 x 4 (mm).

#### 4.4.2 Bentuk Saat Pengujian

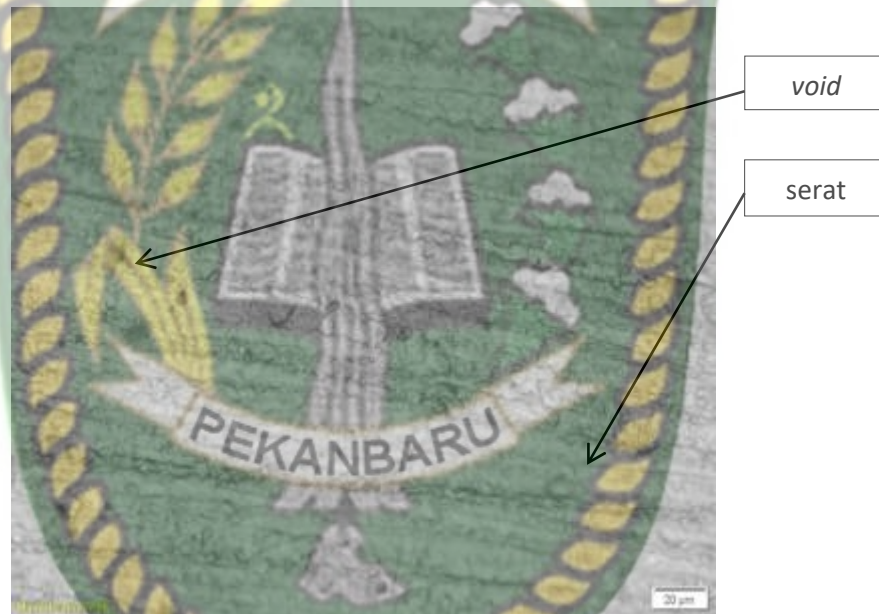


**Gambar 4. 5** saat pengujian

Benda / sampel pengujian dapat dilihat pada gambar 4.5. Gambar ini di dokumentasikan pada saat pengujian dilakukan.

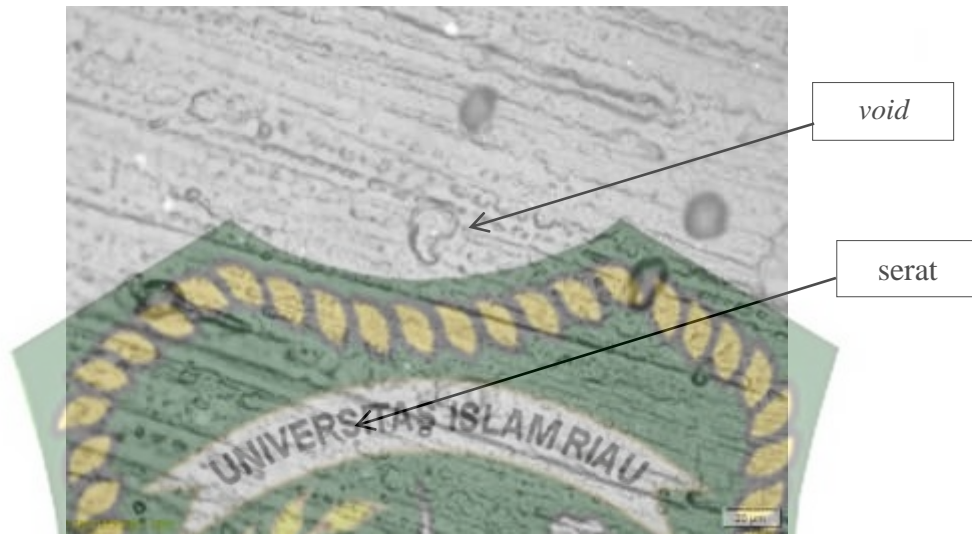
#### 4.4.3 Pengujian Mikrostruktur

Pengujian ini dilakukan untuk mengamati struktur ikatan serat pelepah pinang dan resin epoxy yang bervariasi sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan komposit. Pengujian ini menggunakan alat Olympus BX53M Metalurgical Microscope di Workshop Universitas Islam Riau. Pada pengujian ini dilakukan pengamatan pada 3 titik di setiap spesimennya. Hasil pengujian ini dapat ditampilkan pada gambar dibawah ini, sesuai dengan perbandingan komposisi serat pelepah pinang dan resin epoxy.



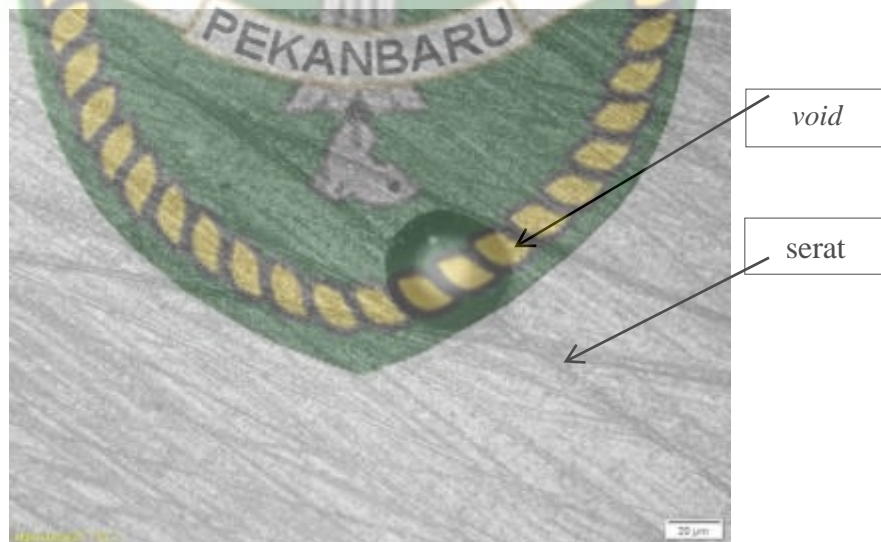
**Gambar 4.6** Foto Mikro pada spesimen A perbandingan 30%: 70%

Pada gambar 4.6 dapat diamati bahwa spesimen A perbandingan serat pelepah pinang dengan resin epoxy 30% : 70%, terdapat *void* yang berada pada komposit. Void adalah gelembung udara yang terperangkap pada matrik.



**Gambar 4.7** Foto Mikro pada spesimen B perbandingan 40%: 60%

Pada gambar 4.7 dapat diamati bahwa spesimen B perbandingan serat pelepah pinang dengan resin epoxy 40% : 60% ditemukan beberapa kerapatan void yang tersebar menyeluruh pada komposit serat pelepah pinang



**Gambar 4.8** Foto Mikro pada spesimen C perbandingan 50%: 50%

Pada gambar 4.8 dapat diamati bahwa spesimen C perbandingan serat pelepah pinang dengan resin epoxy 50% : 50% ditemukan void dengan ukuran yang cukup besar.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari Analisis perhitungan data dan hasil pengujian untuk komposit matriks serat pelepah pinang dan resin epoksi adalah sebagai berikut :

- a. Pada material komposit dengan komposisi campuran 60% matriks dengan 40% serat lebih kuat, itu dilihat dari hasil tertinggi yaitu pada tegangan *bending* 59.37 N/mm.
- b. Modulus elastisitas *bending* paling tinggi dihasilkan oleh material komposit dengan komposisi campuran 60% matriks dengan 40% serat yaitu 80.96 N/mm.
- c. Pada material komposit campuran 50% matriks dan 50% serat tidak mencapai hasil yang diperkirakan karena hanya mencapai 10.71 N/mm pada tegangan *bending* dan pada modulus elastisitas *bending* hanya 67 N/mm, itu disebabkan pada saat proses pembuatan hanya menggunakan alat sederhana dan kurang optimal.
- d. Adanya *void-void* pada spesimen diakibatkan pada saat proses pembuatan dilakukan dengan cara yang tidak benar.
- e. Faktor serat diantaranya diameter serat, panjang serat, kadar air pada serat dan cara pembersihan pada serat berpengaruh pada kekuatan ikatan antara serat dan matriks.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka penulis menyarankan untuk melakukan penelitian selanjutnya dengan metode yang sama namun harus menambahkan alat pengujian lainnya dan pemilihan serat pelepah pinang yang baik, supaya untuk mendapatkan hasil perhitungan yang lebih maksimal karena menurut penulis kurangnya pengujian dan pemilihan serat yang baik akan sangat berpengaruh pada hasil penelitian.





## DAFTAR PUSTAKA

- Amar Bramantyo, 2008 Pengaruh konsentrasi serat, Universitas Indonesia, Fakultas Teknik
- Anhar Palan Ddk, 2018, Analisis Kekuatan Tarik Komposit Serat Pelepah Pinang (*Areca Catechu*), Universitas Kristen Indonesia Paulu
- ASTM. D 790 - 02 *Standart test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced pastics and electrical insulating material. Philadelphia: American Society for Testing and Materials.*
- Ilham Chaerul Rizqi Siregar dkk, 2017, Analisa Kekuatan Tarik dan Tekuk Pada Sambungan Pipa Baja dengan Menggunakan Kanpe Clear NF Sebagai Pengganti Las, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Irsan Adi Pratama, 2018, Analisis Kekuatan Lentur Bahan Komposit Dari Campuran Serat Lidi Sawit Dengan Resin, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Kurniawan, W. (2011). *Karakteristik material komposit jerami epoksi yang dibuat dengan proses vacum bag*. Bandung :Univeritas Pasundan.
- Muhammad Hendi Aljabar, 2021, Pemanfaatan Serat Buah Pinang (*AREA CATECHU L*) dan Serat *FIBERGLASS* Sebagai Bahan Komposit, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Olanda, ddk, 2013, Pengaruh Penambahan Serat Pinang (*Areca Catechu L. Fiber*) Terhadap Sifat Mekanik Dan Sifat Fisis Bahan Campuran Semen Gypsum, Universitas Andalas, Padang
- Purwanto. (2006). *Studi Sifat Bending dan Impact Komposit Serat Kenaf Acak Polyester*. semarang: Universitas Negeri Semarang.

Rusmiyatno, F. (2007). *Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekutan Bending Komposit Nylon/Epoxy Resin Serat Pendek Random*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Saito, T. S. (1992). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnaya Paramita. Sinarep, dan Herlina, N, S. (2007). *Analisa Kekuatan Bending Komposit epoxy Dengan Penguat Serat Nylon*. Mataram : Univeritas Mataram.

Samara.D, 2002, Asbes sebagai faktor risiko mesotelioma pada pekerja yang terpajan Asbes, Universitas Triskati, Jakarta.

Sonief, A. A. (2012). *Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Serat Ijuk (Arenga Pinata) Terhadap Kekuatan Tarik*. Malang : Institut Teknologi Nasional.

Van Vlack, L. (1992). *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Bandung : Erlangga edisi ke-5.

