

**ANALISA KEKUATAN IMPAK DAN PENGARUH PERENDAMAN AIR  
HUJAN BAHAN KOMPOSIT SERAT TEBU YANG DI PERKUAT  
DENGAN RESIN UNTUK BUMPER MOBIL**

**TUGAS AKHIR**



**Oleh :**

**IWAN DANI MARBUN**

**15.331.0719**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

**PEKANBARU**

**2021**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA KEKUATAN IMPAK DAN PENGARUH PERENDAMAN AIR  
HUJAN BAHAN KOMPOSIT SERAT TEBU YANG DIPERKUAT  
DENGAN RESIN UNTUK BUMPER MOBIL**

Disusun Oleh :

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**  
**IWAN DANI MARBUN**

**15.331.0719**

**Telah Diuji Didepan Dewan Penguji Pada Tanggal  
03 Juli 2021 dan Dinyatakan Telah  
Memenuhi Syarat Diterima**

Disetujui Oleh :

**Pembimbing**

**Ir. SYAWALDI, M.Sc**  
**NIDN. 1002036501**

Disahkan Oleh :

**Pekanbaru, Oktober 2021**  
**Ketua Program Studi**  
**Teknik Mesin**



**Jhonni Rahman, B.ng., M.Eng., Ph.D**  
**NIDN. 1009038504**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru, Juli 2021



**Iwan Dani Marbun**  
153310719

## KATA PENGANTAR

**Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**

Alhamdulillah segala puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan tepat waktu yang berjudul “**ANALISA KEKUATAN IMPAK DAN PERENDAMAN AIR HUJAN BAHAN KOMPOSIT SERAT TEBU YANG DIPERKUAT DENGAN RESIN UNTUK BUMPER**”. bertujuan supaya mahasiswa bisa menganalisa dan menghitung kekuatan komposit menjadi material

Skripsi ini merupakan salah satu tugas yang harus diselesaikan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana strata satu (S-1). Tugas akhir ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bimbingan, doa-doa serta dukungan-dukungan yang tak terhingga yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

**Wa'alaikum salam warahmatullahi wabarakatu**

Pekanbaru, Juli 2021

IWAN DANI MARBUN

15.331.0719

**ANALISA KEKUATAN IMPAK DAN PENGARUH PERENDAMAN AIR  
HUJAN BAHAN KOMPOSIT SERAT TEBU YANG DIPERKUAT  
DENGAN RESIN UNTUK BUMPER MOBIL**

*Iwan Dani Marbun, Syawaldi*

*Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.*

*Jln. Kaharuddin Nasution No. 133 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru*

**E-mail :** [iwanmbn@student.uir.ac.id](mailto:iwanmbn@student.uir.ac.id)

**ABSTRAK**

Material komposit adalah gabungan dua bahan atau lebih yang digabungkan membentuk suatu bahan baru yang mempunyai sifat berbeda dibanding bahan aslinya. Bagian batang pohon tebu sering kali hanya dibuang setelah diambil air perasannya. Jumlahnya yang cukup banyak cukup mengganggu karena hanya menjadi sampah yang tidak berguna. Pada penelitian ini batang tebu yang memiliki serat dimanfaatkan untuk membuat material komposit, dengan menggabungkan serat tebu dengan resin epoxy. Untuk mengetahui sifat mekanik material komposit yang dihasilkan dilakukan pengujian impact. Material komposit sebelumnya direndam dalam air hujan. Komposit dibuat dengan tiga variasi komposisi yaitu 70% resin + 30% serat, 80% resin + 20% serat, 90% resin + 10% serat. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan komposisi yang tepat, dan meningkatkan kegunaan sampah serat tebu, untuk menjadi material yang baru. Pembuatan dan prosedur pengujian impact ini mengacu pada ASTM D6110-02. Hasil dari pengujian impact ini menghasilkan nilai impact terbesar adalah  $282,510 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$  pada komposisi 90% resin + 10% serat tebu (% volume). Sedangkan kekuatan impact terendah adalah  $241,896 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$  pada komposisi 70% resin + 30% serat (% volume) + perendaman air hujan selama 2 hari. Jadi dapat disimpulkan, semakin sedikit penggunaan serat tebu yang akan direndam maka akan memiliki kekuatan dan ketangguhan yang lebih baik

**Kata kunci :** komposit, serat, material, impact, epoxy

**ANALYSIS OF THE IMPACT STRENGTH AND THE EFFECT OF  
IMMERSION IN RAINWATER COMPOSITE MATERIALS OF  
SUGARCANE FIBER REINFORCED WITH RESIN FOR CAR BUMPERS**

*Iwan dani marbun, Syawaldi*

**Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau**

**Jl.Kharudin Nasution No. 133 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru**

**E-mail : [iwanmbn@student.uir.ac.id](mailto:iwanmbn@student.uir.ac.id)**

**ABSTRACT**

*Composite materials is a combination of a materials consisting of two or more materials, and combined to form a materials that has different properties form the original materials. With the abundance of sugarcane fiber in Pekanbaru, this can certainly be utilized, especially in the part of the stems that have the fiber form the juice of sugarcane which is often thrown away and causes a lot of waste. So that sugarcane fibers can be used for the manufacture of composite mateials, by combining sugarcane fibers with epoxy resin. To determine the mechanical properties and immersion of a sugarcane fiber and epoxy resin materials, it is necessary to test the impact and immersion of the composite materials rainwater. With variety 70% resin + 30% fiber, 80% resin + 20% fiber, 90% resin + 10% fiber. With the hope of getting the right composition, and increasing the use of sugarcane fiber waste, to become a new materials. This stage begins with the selection of fiber and mixing the epoxy resin. The manufacturing and testing procedures for these composite materials refer to ASTM impact testing D6110-02. The results of this impact test produce the largest impact value is  $282,510 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$  for the volume variasi 90% resin + 10% sugar cane fiber. While the lowest strength of the impact test is  $241,896 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$  by volume variasi 70% resin + 30% sugar cane fiber + soaking rainwater for 2 days. So it can be concluded, the less use of sugarcane fiber to be soaked, the better strength and toughness it will be.*

**Keywords :** *composite, fiber, materials, impact, epoxy*

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
ABSTRAK.....	ii
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR NOTASI .....	x
BAB I PENDAHULUAN	
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 .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sejarah Perkembangan Bumper Kendaraan .....	7
2.2 Bahan – Bahan Pembuatan Bumper .....	8
2.3 Bentuk – Bentuk Kerusakan Pada Bumper .....	13
2.4 Kelebihan bahan komposit serat alam .....	16
2.5 kekurangan bahan komposit serat alam .....	17
2.6 Material Komposit .....	17
2.6.1Bahan –Bahan Penyusun Material Komposit .....	18
2.7 Bahan Penguat ( <i>Reiforcement</i> ) .....	18

2.8	Matrik (Resin) .....	19
	2.8.1 Fungsi Sekunder Matrik .....	19
	2.8.2 Sifat – Sifat Resin .....	20
2.9	Jenis – Jenis Material Komposit .....	22
2.10	Kelebihan Material Komposit .....	24
2.11	Karakteristik Material Komposit .....	24
2.12	Faktor Pengaruh Kinerja Komposit .....	25
	2.12.1 Faktor Serat .....	25
	2.12.2 Letak Serat .....	26
	2.12.3 Panjang Serat .....	26
	2.12.4 Bentuk Serat .....	27
	2.12.5 Faktor Matrik .....	28
	2.12.6 Faktor Ikatan .....	28
2.13	Serat Alam .....	29
2.14	Serat Tebu .....	30
2.15	Jenis – Jenis Tebu .....	34
2.16	Uji Impak .....	35
2.17	Spesimen Uji Impak Material Komposit .....	37
2.18	Rumus Menghitung Uji impak Spesimen Material Komposit ...	38
2.19	Perendaman air hujan Material Komposit .....	42
2.20	Persamaan Perhitungan Perendaman .....	42
2.21	Persamaan Dan Komposisi Serat Komposit .....	43

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir .....	46
3.2 Waktu Dan Tempat Penelitia .....	47
3.3 Studi Literatur .....	47
3.4 Alat Dan Bahan Pengujian .....	47
3.4.1 Alat.....	47
3.4.2 Bahan .....	52
3.5 Langkah – Langkah Pembuatan Spesimen Komposit Serat Tebu ...	53

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Volume Cetakan .....	55
4.2 Data Fraksi Volume Komposisi Komposit.....	57
4.2.1 Massa Jenis Serat Tebu ( $\rho_{s,t}$ ) .....	57
4.2.2 Massa Serat Tanpa Resin ( $m_{s,t,r}$ ) .....	58
4.2.3 Massa Resin Tanpa Serat.....	59
4.3 Menghitung Persentase Spesimen.....	59
4.4 Menghitung Persentaase Spesimen Perendaman Air Hujan .....	62
4.5 Hasil Data Uji Impak .....	65
4.6 Perbandingan Pengujian Impak Sebelumnya.....	66

### BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpula .....	67
5.2 Saran .....	68

### DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bumper bahan <i>Fiber Glass</i> .....	9
Gambar 2.2 Bumper Bahan Besi .....	11
Gambar 2.3 Bumper Bahan Baja .....	12
Gambar 2.4 Bumper Bahan <i>Stainless Steel</i> .....	13
Gambar 2.5 Kerusakan Baret Tipis Bumper .....	14
Gambar 2.6 Kerusakan Baret Dalam Bumper .....	14
Gambar 2.7 Kerusakan Keropos Dan Terkelupas .....	15
Gambar 2.8 Kerusakan Penyok .....	15
Gambar 2.9 Kerusakan Patah .....	16
Gambar 2.10 Resin Fasa Cair .....	20
Gamabr 2.11 Resin <i>Polyester</i> .....	21
Gambar 2.12 Resin <i>Vinylester</i> .....	21
Gambar 2.13 Resin <i>Epoxy</i> .....	22
Gambar 2.14 <i>Multipleks / Polywood</i> .....	23
Gambar 2.15 Komposit Partikel .....	23
Gambar 2.16 Tebu Kuning .....	35
Gambar 2.17 Spesimen Material Komposit .....	37
Gambar 2.18 Alat Uji Impak .....	38
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	46
Gambar 3.2 Jangka Sorong .....	48

Gambar 3.3 Mesin Uji Impak .....	48
Gambar 3.4 Spesimen Uji Impak .....	49
Gambar 3.5 Gergaji .....	49
Gambar 3.6 Ragum .....	50
Gambar 3.7 Amplas .....	50
Gambar 3.8 Kikir .....	51
Gambar 3.9 Pisau / <i>Cater</i> .....	51
Gambar 3.10 Serat Tebu Kuning .....	52
Gambar 3.11 Resin <i>Epoxy</i> .....	52
Gambar 3.12 <i>Maximum mold release wax</i> .....	53
Gambar 4.1 Dimensi Cetakan Spesimen .....	55
Gambar 4.2 Grafik Hasil Uji Impak .....	64
Gambar 4.3 Patahan Spesimen Setelah Diuji Impak .....	65
Gambar 4.4 Grafik Uji Impak .....	66

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 ..... 64



## DAFTAR NOTASI

$W$	= Usaha Yang Diperlukan Untuk Mematahkan Benda Uji (kg.m)
$W_1$	= Usaha Yang Dilakukan (kg.m)
$W_2$	= Sisa Usaha Yang Telah Mematahkan Benda Uji (kg.m)
$G$	= Berat Pendulum (kg)
$h_1$	= Jarak Awal Antara Pendulum Dengan Benda Uji (m)
$h_2$	= Jarak Akhir Antara Pendulum Dengan Benda Uji (m)
$\lambda$	= Jarak Lengan Pengayun (m)
$\cos\lambda$	= Sudut Posisi Awal Pendulum
$\cos\beta$	= Sudut Posisi Akhir Pendulum
$HI$	= Nilai Impak (Joule/mm <sup>2</sup> )
$E$	= Usaha Yang Diperlukan Untuk Mematahkan Beban Uji (Joule)
$A$	= Luas Penampang Dibawah Takikan (mm <sup>2</sup> )
$\alpha$	= Sudut Pendulum Sebelum Diayunkan
$m_c$	= massa spesimen berisi (g)
$m_b$	= massa basah (g)
$m_k$	= massa kering (g)
$V_c$	= Volume Cetakan (cm <sup>3</sup> )
$P$	= Panjang Komposit (cm)
$L$	= Lebar Komposit (cm)
$T$	= Tebal Komposit (cm)

$V_{\text{matriks}} = \text{Volume Matriks (g/mm}^3\text{)}$

$P_{\text{matriks}} = \text{massa jenis matriks (g/mm}^3\text{)}$

$V_s = \text{Volume Serar (g/mm}^3\text{)}$

$V_k = \text{Volume Komposit (gr)}$

$P_{s,t} = \text{massas jenis serat tebu (g/cm}^3\text{)}$

$m_s = \text{massa serat tebu (g)}$

$\rho_r = \text{massa resin (gr)}$



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan zaman yang semakin pesat memberikan dampak positif bagi perkembangan dunia industri. Salah satu dunia industri yang berkembang pesat saat ini adalah industri otomotif. Semakin meningkatnya penggunaan alat transportasi berdampak pada jenis model bumper mobil. Industri otomotif saat ini sedang mempertimbangkan untuk membuat bumper dengan inovasi terbaru yaitu membuat bumper menggunakan serat tebu sebagai bahan komposit bumper mobil ( Oky, 2015 ).

Bumper mobil merupakan sebuah tambahan untuk body transportasi sebagai perlindungan sistem - sistem yang mendukung pada kendaraan. Fungsi utama bumper yaitu untuk mengurangi benturan keras secara langsung pada sistem – sistem bagian depan, belakang, serta sisi – sisi pada kendaraan pada saat terjadi benturan kejut. Perkembangan juga diikuti oleh komponen-komponen dari mobil. Salah satunya pada bagian bumper mobil, hasil keringanan yang didapat pada bumper mobil, tidak perlu memikirkan kekuatan mobil untuk menggunakan jenis bumper mobil yang mengandung serat komposit serat tebu ( Oky, 2015 ).

Sehingga pada saat mobil bergerak menggunakan bumper dari komposit serat tebu tidak terlalu banyak membutuhkan tenaga untuk bumper jenis serat tebu dan dapat bekerja secara maksimal. Selain ringan, bumper harus dibuat fleksibel dan kuat demi keamanan serta kenyamanan pengendara dalam pemakaian. Bumper dibuat dengan desain yang menarik, tapi dapat memberikan keamanan dan kenyamanan berkendara dari kondisi panas, dan hal-hal lain yang dapat mengganggu konsentrasi pengendara.

Bahan komposit dipilih sebagai bahan pembuatan bumper mobil dari serat tebu hasil perasan air tebu yang banyak di jumpai di lingkungan masyarakat dan di campurkan dengan resin *epoxy*. Dengan variasi campuran 70% resin *epoxy* ditambahkan 30% serat tebu, kemudian 80% resin *epoxy* ditambahkan 20 % serat tebu, dan 90 % resin *epoxy* ditambahkan 10% serat tebu. Serat alam dibandingkan dengan bahan logam pada komponen otomotif adalah susah-nya mendapatkan bahan – bahan dari logam. Bahan dari logam jika dibandingkan dengan komposit sangat berbeda jauh. Bahan komposit lebih ringan, mudah di dapat, dan aman dalam pembentukan. Maka dari ini, sudah banyak komponen – komponen pada bagian otomotif menggunakan serat komposit (Nur, 2015).

Untuk mendapatkan hasil kekuatan material komposit dari serat tebu, hasil pengujian dapat diperoleh dengan menggunakan pengujian impak. Pengujian ini penting dilakukan dalam memahami masalah

patahan. Namun sebelum melakukan pengujian impak, spesimen material komposit akan dilakukan pengujian perendaman air hujan. Pengujian perendaman air hujan ini perlu dilakukan untuk mengetahui analisa perbedaan perendaman dan tanpa perendaman material komposit. Perendaman air hujan ini untuk mengetahui ketahanan uji impak material komposit yang baik (Yopi, 2001).

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang di diskusikan diatas, maka penulis mengambil permasalahan untuk tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat material komposit untuk bumper dari serat tebu yang diperkuat dengan resin *epoxy* ?
2. Mendapatkan kekuatan uji impak dari bahan komposit serat tebu ?
3. Pada komposisi berapakah campuran serat tebu dan resin *epoxy* tanpa perendaman dan perendaman yang baik untuk bumper ?

## 1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang ingin dicapai penulis laporan tugas akhir ini, adalah untuk:

1. Mendapatkan bahan komposit yang baik dari campuran 70% resin + 30% serat, 80% resin + 20% serat, 90% resin + 10 % serat.

2. Mendapatkan kekuatan impact ASTM D6110-02 material bahan komposit serat tebu perendaman dan tanpa perendaman.

#### **1.4 BATASAN MASALAH**

Permasalahan yang dibahas untuk penelitian ini, mendapatkan pencetakan dan pembuatan material komposit, mendapatkan hasil perhitungan berapa besar kekuatan pengujian impact dan perendaman yang baik dari campuran serat tebu dan resin untuk pembentukan material komposit. Campuran komposit yang akan dilakukan, resin dan serat tebu ( 70% resin + 30% serat ) ( 80% resin + 20% serat ) ( 90% resin + 10% serat ) dan perendaman air hujan.

#### **1.5 MANFAAT PENELITIAN**

Manfaat yang dapat diambil setelah melakukan penelitian adalah:

1. Meningkatkan pemahaman tentang bumper mobil.
2. Meningkatkan pengetahuan mengenai bahan komposit yang digunakan untuk membuat bumper mobil.
3. Memberi kemudahan bagi masyarakat untuk melakukan pembuatan bumper mobil dengan mengikuti setiap langkah dalam pembuatan bumper mobil.

## **1.6 SISTEMATIKA PENULISAN**

Sistematika penulisan tugas akhir ini, membahas dan penganalisaannya di klasifikasikan dalam 5 BAB yaitu:

### **BAB I PENDAHULUAN**

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

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang Analisa kekuatan uji impak dan perendaman material komposit serat tebu yang diperkuat dengan resin untuk bumper mobil.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

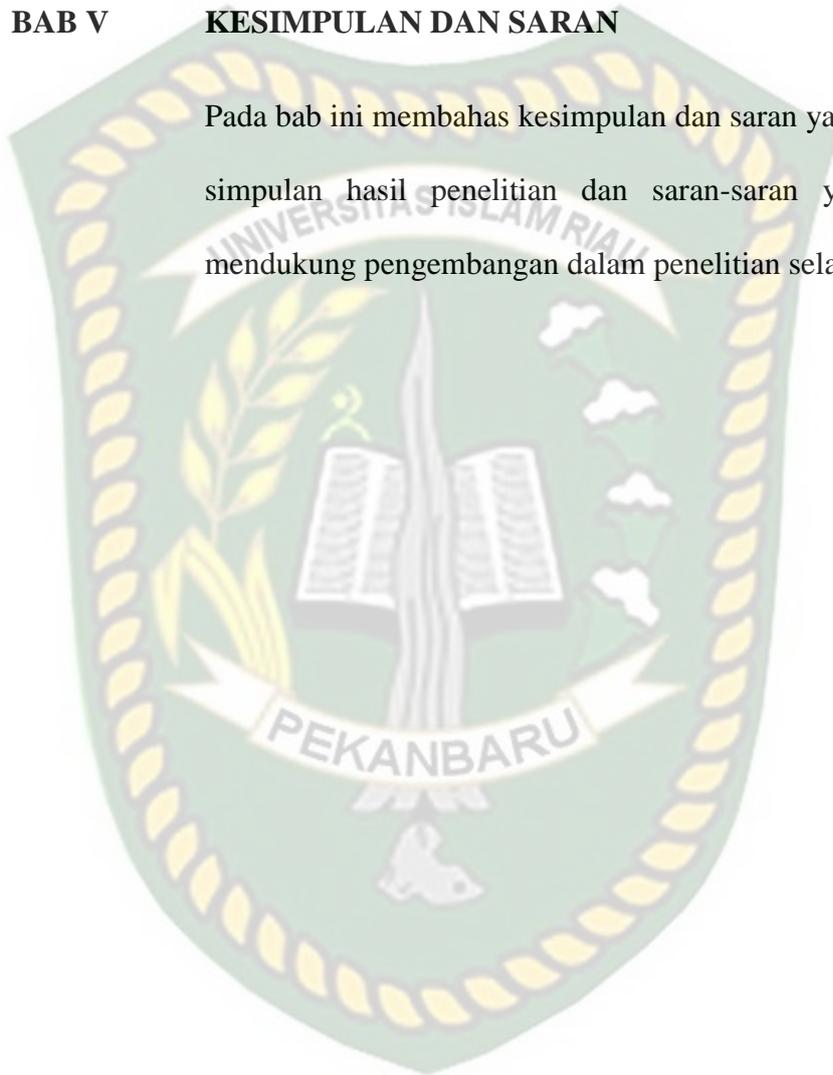
Bab ini menjelaskan langkah – langkah pembuatan, bahan – bahan, waktu dan tempat, dan prosedur analisa data pengujian yang di peroleh.

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisikan hasil penelitian dan pembahasan serta analisa dari data yang diperoleh.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini membahas kesimpulan dan saran yang berisikan simpulan hasil penelitian dan saran-saran yang dapat mendukung pengembangan dalam penelitian selanjutnya.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sejarah Perkembangan Bumper Kendaraan

Bumper merupakan salah satu alat pelindung transportasi yang digunakan untuk mengurangi benturan keras pada sistem komponen – komponen kendaraan saat terjadi kecelakaan. Awal abad ke 20-an, bumper kendaraan difungsikan sebagai alat transportasi belaka, tak heran bila proses pembuatannya belum menjamah aspek estetika dan kenyamanan. Yang penting roda bisa berputar, sehingga pengguna bisa mencapai tujuan dengan tepat waktu yang lebih singkat. Sekitar tahun 1896 - 1910, bumper kendaraan masih terbuat dari kayu untuk bagian *chassis* maupun bodinya dengan ketebalan 10 mm.

Sambungan bumper antar komponen menggunakan baut yang terbuat dari besi tempa. Untuk bagian atap kendaraan, ada yang menggunakan kain biasa, kain kanvas, namun ada juga yang menggunakan kayu dengan tujuan agar bodi dan bumper bisa kuat. Pada tahun 1921, Weymann memperkenalkan konstruksi bodi yang menjadi penopang komponen bumper yang lain, seperti dinding kendaraan serta kursi kendaraan. bodi sengaja dibuat dari bahan yang kuat, sedangkan komponen yang lain bisa dibuat dari

komponen yang ringan. Sambungan dinding dengan bodi menggunakan pelat baja, dan untuk menghilangkan celah antar sambungan biasanya digunakan Panel-panel terbuat dari kain, kanvas, dan bagian luar menggunakan kulit.

Akan tetapi bahan ini memiliki umur yang pendek. Setelah permintaan kendaraan semakin meningkat, maka diperlukan suatu proses pembuatan bumper yang cepat dan dapat diproduksi massal. Perkembangan teknologi saat ini ikut mempercepat perkembangan teknologi bumper kendaraan, di mana serat tebu dapat diolah dan dibentuk dengan menggunakan resin *epoxy* sebagai pengikat ( Ocky, 2015).

## 2.2 Bahan – Bahan Pembuatan Bumper

### A. Bahan *FiberGlass*

Bahan non logam ternyata juga banyak digunakan sebagai bahan untuk membuat bodi kendaraan. Salah satu bahan non logam tersebut yaitu *fiberglass*. *Fiberglass* merupakan bahan paduan atau campuran beberapa bahan kimia (bahan komposit) yang terdiri dari cairan resin (*water glass*), katalis, kalsium karbonat, *met/matt*, *cobalt blue*, dan *wax (mold release)* yang bereaksi dan mengeras dalam waktu tertentu. Bahan ini mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan bahan logam, diantaranya : lebih ringan, lebih mudah dibentuk, dan lebih murah. *Fiberglass* atau serat kaca telah dikenal orang sejak lama, dan

bahkan peralatan-peralatan yang terbuat dari kaca mulai dibuat sejak awal abad ke 18. Mulai akhir tahun 1930-an ( Ahmad, 2011 )

*fiberglass* dikembangkan melalui proses *filament* berkelanjutan (*continuous filament proses*) sehingga mempunyai sifat-sifat yang memenuhi syarat untuk bahan industri, seperti kekuatannya tinggi, elastis, dan tahan terhadap *temperature* tinggi. Membayangkan peralatan-peralatan yang terbuat dari kaca (*glass*), kebanyakan orang akan beranggapan bahwa peralatan tersebut pasti akan mudah pecah. Akan tetapi melalui proses penekanan, cairan atau bubuk kaca diubah menjadi bentuk serat akan membentuk bahan tersebut dari bahan yang mudah pecah (*brittle materials*) menjadi bahan yang mempunyai kekuatan tinggi (*strong materials*). Manakala kaca (*glass*) diubah dari bentuk cair atau bubuk menjadi bentuk serat (*fiber*), kekuatannya akan meningkat secara tajam. Oleh karena itu *fiberglass* merupakan salah satu material / bahan yang mempunyai kekuatan sangat tinggi ( Ahmad, 2011 ).



Gambar 2.1 Bumper Berbahan *FiberGlass*

Sumber : Didik, 2018

## B. Bahan Besi

Besi adalah logam putih seperti perak dapat di poles, keras, ditempa dapat dilengkungkan, dan bersifat magnetik. Besi adalah unsur yang sangat stabil dan merupakan unsur terbanyak kedelapan di bumi ini setelah silikon, juga merupakan unsur logam terbanyak ketiga pada lapisan kulit bumi setelah aluminium dan silikon. Bijih besi yang banyak dikenal diantaranya Magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), Herminate ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Siderite ( $\text{FeCO}_3$ ), Pirite ( $\text{FeS}_2$ ). Proses pengolahan bijih besi yang terkenal adalah proses tanur sembur, dinamakan demikian, sebab konstruksinya berupa silinder tinggi yang mencapai 30 meter dan dilengkapi dengan alat penyembur panas. Bijih besi ditambah kokas dan kapur dimasukkan kedalam tanur, lalu penyembur panas mulai dinyalakan yang menyebabkan panas tinggi terjadi dalam tanur ( bisa mencapai  $1700^\circ\text{C}$  ) sehingga kokas akan terbakar dan bijih besi akan tereduksi sehingga terbentuk gas karbon monoksida yang keluar melalui cerobong asap tanur ( $\text{Fe}_2\text{O}_3+3\text{C}$  ). Penambahan kapur dimaksudkan sebagai pembersih dengan menyerap kotoran – kotoran yang ada membentuk slag. Besi cair yang telah bebas kotoran biasanya dicetak menjadi bongkahan – bongkahan besi ( iron ), yang dimana besi akan digunakan untuk banyak berbagai kebutuhan dilingkuran, yang salah satu nyab ialah sebagai bahan bumper transportasi yang dibentuk sesuai dengan model model yang baik ( Beny, 2010 ).



Gambar 2.2 Bumper Bahan Besi

Sumber : Beny, 2010

### C. Bahan Baja

Yang membedakan baja ( *steel* ) dari besi ( *iron* ) adalah kandungan karbonnya. Baja diproduksi dari paduan besi dan karbon dengan penghilangan kadar karbonnya sampai dibawah 1,7 %. Dari kandungan karbon ini dikenal istilah baja karbon 0,05 – 0,03 %, biasa disebut *mild steel*, mempunyai kekuatan sedang dengan sifat mudah ditempa, penggunaannya untuk pembuatan bumper dan bodi mobil, rangka / tubuh kapal, pipa, konstruksi bangunan dan jembatan. Baja karbon sedang dengan kandungan karbon 0,25 – 0,6 % sifatnya sulit untuk dibengkokkan, dilas atau dipotong dengan kekuatan lebih tinggi dari *mild steel*, cocok digunakan dalam kebutuhan pemakaian konstan yang tinggi dan ketahanan akibat hempasan yang kuat, seperti yang dibutuhkan pada komponen mesin.



Gambar 2.3 Bumper bahan Baja

Sumber : Ahmad, 2010

#### D. Bahan *Stainless Steel*

Baja tahan karat adalah paduan besi dengan minimal 12 % *Chromium*. Jadi tanpa tambahan apapun perpaduan besi dengan 12 % *Chromium* bisa disebut *stainless steel*. Komposisi ini membentuk *thin protective layer*  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Proses pembuatan baja tahan karat melalui 2 tahap, pertama menggunakan sistem *electrical arc furnace* untuk melelehkan scrap dan *ferro alloy* berkarbon tinggi sebagai bahan murah sumber krom, lalu lelehannya disempurnakan dengan proses yang menggunakan alat *argon oxygen decarburizer* ( AOD ), dengan proses kedua ini akan menghilangkan kandungan karbon dan pengotor lainnya. Baja tahankarat dapat dibedakan sesuai struktur mikronya yaitu : baja tahan karat *martensitic*, *ferritic*, dan *austenitic*. Baja tahan karat *martensitic* mengandung 13 % *chrom*, mempunyai sifat mudah

leleh dan sesuai untuk lingkungan korosif ringan seperti untuk pembuatan pipa, saluran air, atau pelindung turbin.

Baja tahan karat *ferritic*, tipenya yang terkenal yaitu 316 dibuat dari 18 % *Chrom* dan 2 % *molybdenum*. Cocok untuk lingkungan korosif terutama terhadap bahan kimia asam nitrat, biasa dipakai dalam komponen – komponen industri kimia. Baja bahan karat *austenitic*, tipenya yang terkenal 302 ( 18 % Cr, 8 % Ni, ) tipe 410 ( 12 % Cr ), tipe 430 ( 17 % Cr ). Sesuai untuk lingkungan yang mengandung garam tinggi, biasa untuk pembuatan bali – baling kapal.



Gambar 2.4 Bumper bahan Stainless Steel

Sumber : Ahmad, 2010

### 2.3 Bentuk – bentuk kerusakan pada bumper

Kerusakan pada jenis bahan bumper banyak terjadi akibat adanya benturan pada saat terjadi kecelakaan, Contoh kerusakan bumper :

A. Baret tipis pada bumper

Kerusakan ini seperti ada nya cat lain menempel pada bumper pada saat terjadi kecelakaan ringan.



Gambar 2.5 kerusakan baret tipis bumper

B. Baret dalam pada bumper

Kerusakan akibat terjadinya benturan dengan benda keras, hingga menimbulkan goresan yang sangat dalam pada bumper.



Gambar 2.6 kerusakan baret dalam bumper

C. Keropos dan terkelupas

Kerusakan akibat berkurangnya ketahanan cat yang melekat pada bumper karena sudah dalam pemakaian yang terlalu lama.



Gambar 2.7 kerusakan keropos dan terkelupas

D. Penyok

Kerusakan akibat tabrakan atau terlemparnya benda keras hingga membuat bumper mengalami penyok.



Gambar 2.8 kerusakan penyok

E. Patah

Kerusakan yang terjadi pada saat kecelakaan tabrakan yang sangat parah.



Gambar 2.9 Kerusakan Patah  
Sumber : Didik, 2018

#### 2.4 Kelebihan bahan komposit serat alam dengan bahan lain

Bahan material komposit serat alam mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan dengan bahan material lainnya. Kelebihan tersebut pada umumnya dapat dilihat dari beberapa sudut yang penting seperti sifat – sifat mekanik dan fisikal, proses dan biaya. Sifat – sifat mekanik dan fisikal pada umumnya pemilihan bahan *matriks* dan serat memerlukan peran penting dalam menentukan sifat – sifat mekanik dan sifat komposit. Gabungan *matriks* dan serat alam dapat menghasilkan komposit yang mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi dari bahan material lainnya ( Rangga, 2017 ).

- a. Bahan komposit mempunyai *density* yang jauh lebih rendah dibanding dengan bahan material lain.
- b. Massa jenis lebih rendah.
- c. Material komposit memiliki kekuatan yang tidak jauh dengan kekuatan material lainnya dan material komposit lebih ringan.
- d. Tahan terhadap cuaca.

- e. Tahan terhadap korosi.
- f. Mudah dalam pembentukan.

## **2.5 Kekurangan bahan komposit serat alam dengan bahan lain.**

Bahan komposit serat alam memiliki beberapa kekurangan yaitu:

- a. Bahan serat alam kurang elastis
- b. Melakukan pencetakan sangat sulit dibentuk.

## **2.6 Material Komposit**

Material komposit adalah material yang terbuat dari dua bahan atau lebih yang tetap terpisah dan berbeda dalam level membentuk komponen tunggal sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit bersifat heterogen dalam skala makroskopik. Bahan penyusun komposit tersebut masing-masing memiliki sifat yang berbeda dan ketika digabungkan dalam komposisi tertentu terbentuk sifat-sifat baru yang disesuaikan dengan keinginan. Material komposit tersusun atas dua tipe material penyusun yaitu serat tebu dan resin. Keduanya memiliki fungsi yang berbeda, serat tebu berfungsi sebagai material yang menyusun komposit, sedangkan resin berfungsi untuk merekatkan serat tebu dan menjaganya agar tidak berubah posisi. Campuran keduanya akan menghasilkan material yang keras, kuat namun ringan ( Krevelen, 1994).

2.6.1 Bahan – bahan penyusun material komposit terdiri dari:

A. Bahan pengisi serat alam material komposit

Contoh : Serat, serbuk.

B. Bahan matrik material komposit

Contoh : Resin *epoxy*, resin *polyester*, dan resin *vinylester*

C. Bahan penguat material komposit

Contoh : *Catalis*

## 2.7 **Bahan Penguat ( *Reinforcement* )**

Pada umumnya komposit terdiri dari dua bahan / material pokok, yakni penguat (*reinforcement*) dan matriks. *Reinforcement* adalah bahan pada komposit yang berfungsi sebagai penopang utama kekuatan komposit, sedangkan matriks berfungsi untuk mengikat dan menjaga *reinforcement* agar tetap pada tempatnya (di dalam struktur). Sesuai dengan namanya, penguat (*reinforcement*) berfungsi sebagai penopang utama kekuatan komposit. Beban yang diterima oleh komposit hampir seluruhnya diterima oleh *reinforcement* ini, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari jenis bahan yang digunakan sebagai *reinforcement*. Sesungguhnya, beban yang diterima oleh komposit tidak langsung diterima oleh *reinforcement*,

namun terlebih dahulu diterima oleh bahan matriks, kemudian beban yang diterima oleh matrik diteruskan / ditransfer ke *reinforcement*. Oleh karena itu bahan *reinforcement* harus mempunyai

tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit. Diameter serat juga memegang peranan yang sangat penting dalam memaksimalkan tegangan. Makin kecil diameternya akan memberikan luas permukaan per-satuan berat yang lebih besar, sehingga akan membantu transfer tegangan tersebut. Semakin kecil diameter serat (mendekati ukuran kristal) semakin tinggi kekuatan bahan serat. Hal ini dikarenakan cacat yang timbul semakin sedikit. Serat yang sering dipakai untuk membuat komposit antara lain: serat gelas, serat karbon, serat logam, serat alami, dan lain sebagainya.

## 2.8 Matrik ( Resin )

Secara umum resin adalah bahan yang diperkuat serat, resin bersifat cair dengan viskositas yang rendah, yang akan mengeras setelah terjadinya proses polimerisasi. Matrik dalam bahan komposit berperan sebagai pengikat penguat, bagian sekunder yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan matrik pembentuknya.

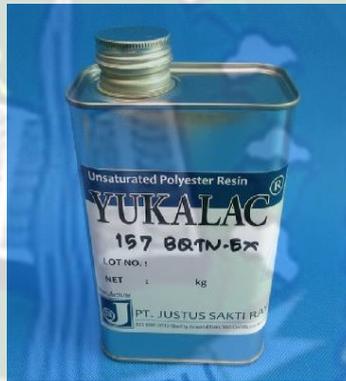
2.8.1 Adapun fungsi sekunder dari matrik adalah:

A. Sebagai pendukung beban.

B. Memberikan sifat-sifat lain dalam komposit.

C. Memberikan insulasi kelistrikan pada komposit, tetapi ini tergantung dari matrik yang digunakan.

fungsi matriks adalah sebagai pengikat serat, pelindung, transfer beban, dan pendukung serat. Pada Komposit Serat (*Fibrous Composite*) matriks yang digunakan adalah resin *polyester- Yukalac* 157 BQTN (yang berfasa cair), Massa jenis :  $1,19 \text{ gr/cm}^3$ , Modulus *young* :  $1,18.10^3 \text{ Nm/mm}^2$ .



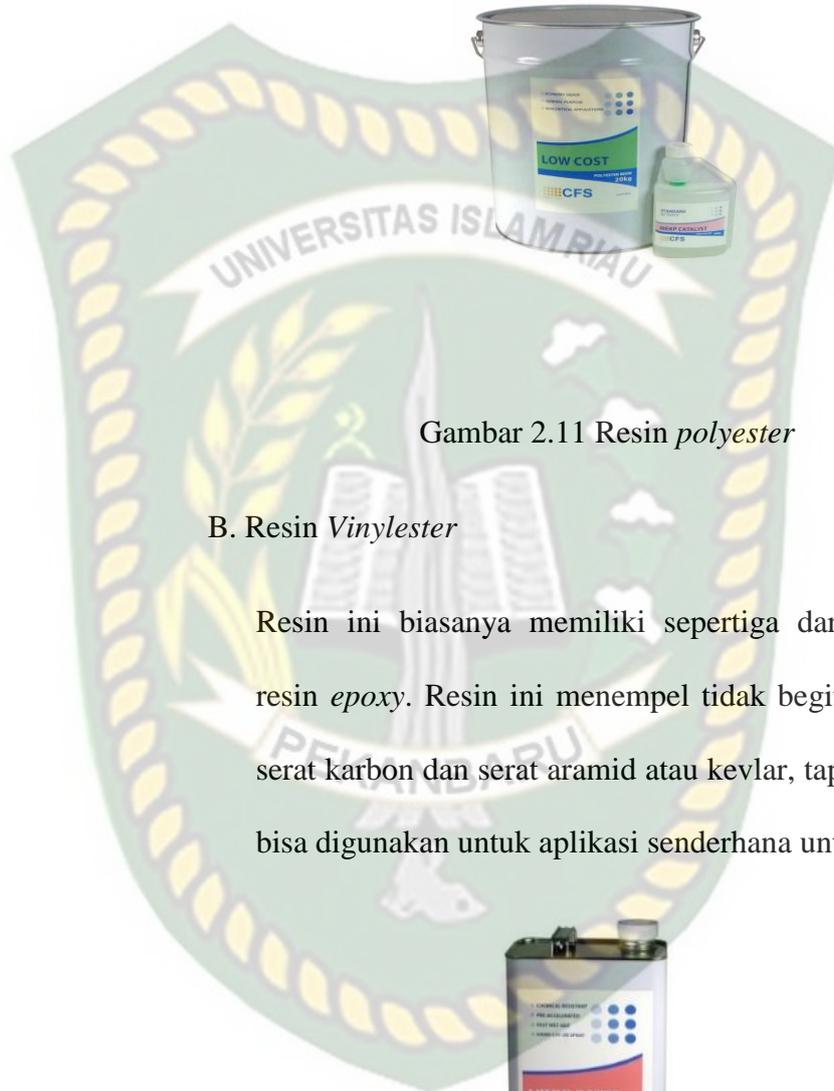
Gambar 2.10 Resin Fasa Cair

## 2.8.2 Sifat – sifat resin

### A. Resin *Polyester*

Resin ini adalah resin yang paling murah diantara semua resin. Resin ini memiliki daya rekat yang tidak baik dan tidak boleh digunakan untuk pekerjaan berserat karbon atau aramid. Resin ini biasanya bekerja

baik hanya pada *fiberglass*, massa jenis : 1,215 g/m<sup>3</sup>,  
modulus elastis : 0,03 Gpa. ( Justus, 2001 )



Gambar 2.11 Resin *polyester*

#### B. Resin *Vinylester*

Resin ini biasanya memiliki sepertiga dari kekuatan resin *epoxy*. Resin ini menempel tidak begitu bagus di serat karbon dan serat aramid atau kevlar, tapi tetap saja bisa digunakan untuk aplikasi sederhana untuk serat.



Gambar 2.12 Resin *Vinylester*

### C. Resin *Epoxy*

Resin ini adalah resin yang paling tinggi nilai dan kualitas diantara beberapa resin yang ada, dan harga yang lumayan mahal. Resin *epoxy* biasanya lebih kurang tiga kali lebih kuat dibandingkan dengan jenis resin terkuat lainnya, massa jenis :  $1,13 \text{ g/m}^3$ , modulus : 2,25 Gpa.



Gambar 2.13 Resin *Epoxy*  
Sumber : Justus, 2001

## 2.9 Jenis – jenis material komposit

Jenis – jenis material komposit berdasarkan penguatnya terbagi menjadi 3 bagian yaitu:

- A. Komposit serat merupakan komposit yang terdiri dari serat dan bahan dasar yang difabrikasi, misalnya serat dan resin sebagai perekat.
- B. Komposit berlapis merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik khusus ( Van, 1895 ).

Contohnya :

1. *Polywood*

*Polywood* adalah bahan umum yang sering digunakan dalam pembuatan barang – barang mebel / furniture terutama untuk barang – barang mebel didalam ruangan yang terlindungi dari panas dan hujan.



Gambar 2.14 *Multipleks / Polywood*  
Sumber : Ino, 2015

C. Komposit partikel

Komposit partikel merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriks. Komposit yang terdiri dari partikel dan matriks seperti butiran (batu dan pasir). Partikel seharusnya berukuran kecil dan terdistribusi merata agar dapat menghasilkan kekuatan lebih seragam seperti limbah potongan batu marmer ( Van, 1985).



Gambar 2.15 Komposit Partikel  
Sumber : Andri, 2008

## 2.10 Kelebihan Material Komposit

Material komposit mempunyai beberapa kelebihan berbanding dengan bahan konvensional seperti logam. Kelebihan tersebut pada umumnya dapat dilihat dari beberapa sudut yang penting seperti sifat-sifat mekanikal dan fisikal dan biaya, Seperti yang diuraikan dibawah ini:

- A. Bahan komposit mempunyai density yang jauh lebih rendah berbanding dengan bahan material lain.
- B. Massa jenis komposit rendah ( ringan ).
- C. Kuat dan ringan.
- D. Perbandingan kekuatan dan berat, material komposit lebih menguntungkan.
- E. Lebih kuat dan ulet.
- F. Koefisien pemuaian yang rendah.
- G. Tahan terhadap cuaca
- H. Tahan terhadap korosi
- I. Mudah diproses
- J. Biaya dan bahan yang mudah didapatkan.

## 2.11 Karakteristik Material Komposit

Sifat – sifat Komposit Dalam pembuatan sebuah material komposit, suatu pengkombinasian optimum dari sifat-sifat bahan penyusunnya untuk mendapatkan sifat - sifat tunggal sangat

diharapkan. Beberapa material komposit *polymer* diperkuat serbuk yang memiliki kombinasi sifat-sifat yang ringan, kaku, kuat dan mempunyai nilai kekerasan yang cukup tinggi. Disamping itu juga sifat dari material komposit dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu material yang digunakan sebagai bentuk komponen dalam komposit, bentuk geometri dari unsur-unsur pokok dan akibat struktur dari sistem komposit, cara dimana bentuk satu mempengaruhi bentuk lainnya Menurut Agarwal dan Broutman.

Menyatakan bahwa bahan komposit mempunyai ciri-ciri yang berbeda dan komposisi untuk menghasilkan suatu bahan yang mempunyai sifat dan ciri tertentu yang berbeda dari sifat dan ciri konstituen asalnya. Disamping itu konstituen asal masih kekal dan dihubungkan melalui suatu antara muka. Dengan kata lain, bahan komposit adalah bahan yang *heterogen* yang terdiri dari fasa yang tersebar dan fasa yang berterusan. Fasa tersebar selalu terdiri dari serat atau bahan pengukuh, yang berterusannya terdiri dari *matriks* (Dimas, 2016).

## 2.12 Faktor Pengaruh Kinerja Komposit

Beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja komposit serat, antara lain:

### 2.12.1 Faktor Serat

Serat adalah bahan pengisi *matriks* yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur *matriks* yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

#### 2.12.2 Letak Serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam *matriks* yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut. Menurut tata letak dan arah serat diklasifikasikan menjadi tiga bagian, yaitu:

- A. Penguatan satu dimensi, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah horizontal serat.
- B. Penguatan dua dimensi (planar), mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
- C. Penguatan dimensi, mempunyai sifat *isotropic* kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya.

#### 2.12.3 Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit serat pada matriks sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Ada dua penggunaan serat dalam campuran komposit, yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang lebih kuat

dibanding serat pendek. Serat alami jika dibanding serat sintetis mempunyai panjang dan diameter yang tidak seragam pada setiap jenisnya. Oleh karena itu, panjang dan diameter serat sangat berpengaruh pada kekuatan maupun modulus komposit. Panjang serat berbanding diameter serat sering disebut dengan istilah *aspect ratio*.

Serat panjang (*continuous fiber*) lebih efisien dalam peletakannya daripada serat pendek. Akan tetapi, serat pendek lebih mudah peletakannya dibanding serat panjang. Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat. Pada umumnya, serat panjang lebih mudah penanganannya jika dibandingkan dengan serat pendek. Serat panjang pada tekanan normal dibentuk dengan proses *filament winding*, dimana pelapisan serat dengan matriks akan menghasilkan distribusi yang bagus dan orientasi yang menguntungkan (Schwartz, 1984).

#### 2.12.4 Bentuk Serat

Bentuk Serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang

lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi ( Schwartz, 1984 ).

#### 2.12.5 Faktor Matriks

Matrik dalam komposit berfungsi sebagai bahan pengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari kerusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik, sehingga matriks dan serat saling berhubungan. Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matriks. Selain itu matriks juga harus mempunyai kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya. Untuk memilih matrik harus diperhatikan sifat-sifatnya, antara lain seperti tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk dan tahan terhadap guncangan yang biasanya menjadi pertimbangan dalam pemilihan material matriks.

#### 2.12.6 Faktor Ikatan *Fiber-Matriks*

Komposit berpenguat serat banyak diaplikasikan pada alat-alat yang membutuhkan material yang mempunyai perpaduan dua sifat dasar yaitu kuat namun juga ringan. Komposit serat yang baik harus mampu menyerap matriks

yang memudahkan terjadi antara dua fase (Schwartz, 1984). Selain itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matriks berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan. Kemampuan ini harus dimiliki oleh matriks dan serat.

Hal yang mempengaruhi ikatan antara serat dan *matriks* adalah *void*, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matrik tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut (Schwartz, 1984).

### 2.13 Serat Alam

Serat alam yaitu serat yang berasal dari alam (bukan buatan ataupun rekayasa manusia). Serat alam atau bisa dibilang sebagai serat alami ini yang biasanya didapat dari serat tumbuhan (pepohonan) seperti pohon bambu, pohon kelapa, pohon pisang serta tumbuhan lain yang terdapat serat pada batang maupun daunnya. Serat alam yang berasal dari binatang, antara lain sutera, ilama dan wool.

Penelitian dan penggunaan serat alami berkembang dengan sangat pesat dewasa ini karena serat alami banyak memiliki keunggulan

dibandingkan dengan serat buatan (rekayasa), keunggulan dari serat alami seperti beban lebih ringan, bahan mudah didapat, harga relatif murah dan yang paling penting ramah lingkungan terlebih Indonesia memiliki kekayaan alam yang begitu melimpah.

Penggunaan serat alami dewasa ini sudah merambah berbagai bidang kehidupan manusia, layaknya serat buatan, serat alami juga mampu digunakan sebagai modifikasi dari serat buatan. Unsur utama komposit adalah serat yang mempunyai banyak keunggulan, oleh karena itu bahan komposit serat yang paling banyak dipakai. Bahan komposit serat terdiri dari serat–serta yang terikat oleh matrik yang saling berhubungan. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (serat terus menerus) dan serat pendek. Dalam laporan ini diambil bahan komposit serat. Penggunaan bahan komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya. Karena itu bahan komposit serat sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat.

#### **2.14 Serat Tebu**

Tanaman tebu merupakan jenis *Saccharum officinarum* yang merupakan tanaman tebu untuk industri gula yang banyak dibudidayakan oleh para petani di Indonesia. Tanaman tebu ini akan siap dipanen kira-kira telah berumur 1 tahun, setelah memiliki ketinggian 1,5-3 meter dan berdiameter 1,8-5 cm. Dalam industri

pengolahan batang tebu menjadi gula, air perasan tebu dipisahkan dari serat ampas tebu. Pemisahan ini menggunakan bantuan mesin. Air perasan nantinya akan diolah gula sebagai produk industri, sedangkan serat ampas tebu menjadi limbah industri yang biasanya akan diolah dan dimanfaatkan oleh industri lain menjadi pupuk, pulp kertas, penguat asbes semen, bahan bakar boiler dan lain sebagainya (Gibson 1994).

Serat ampas tebu dari sisa limbah industri gula direndam 1 hari lalu dicuci bersih untuk menghilangkan rasa manis dari serat, kemudian disisir dengan sikat kawat untuk menghilangkan gabus yang menempel dengan serat. Setelah itu dikeringkan dengan diangin-anginkan selama 7 hari. Serat ampas tebu yang telah dikering dilakukan penyisiran lagi untuk menghilangkan gabus yang masih melekat pada serat. Serat dalam pelepah tebu diambil satu persatu secara manual dengan menggunakan tangan untuk mendapatkan benang-benang serat tebu. Benang-benang serat yang telah terkumpul bervariasi baik diameter maupun kualitas keuletannya, oleh karena itu benang-benang serat diikat dengan jumlah antara 8-12 benang yang memiliki diameter 2,5 mm dengan tujuan agar diperoleh serat yang memiliki diameter dan tingkat keuletan yang homogen ( Gibson,1994 ).

Proses selanjutnya melakukan penganyaman serat secara manual dengan menggunakan tangan untuk memperoleh serat ampas tebu dalam bentuk lembaran-lembaran. Metode bentuk susunan serat yang

digunakan yaitu; *woven roving* dengan susunan anyaman tipe 1-1. Jumlahnya sesuai dengan kebutuhan penelitian. Hal ini mendorong pengembangan teknologi pembuatan material komposit berkembang lebih pesat untuk menjawab permintaan pasar, khususnya permintaan industri fabrikasi. Pemikiran dan penelitian tentang kombinasi antara bahan kimia atau elemen-elemen struktur dengan berbagai tujuan telah dilakukan.

Di Indonesia sendiri penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang pembuatan berbagai macam material komposit untuk memenuhi bermacam - macam tujuan / kebutuhan telah banyak dilakukan baik dari kalangan pendidikan maupun perindustrian. Penelitian ini cukup beralasan karena ketersediaan bahan baku serat penguat yang melimpah baik dari serat penguat komposit organik (serat bambu, serat nanas, serat tebu, serat pisang, dan ijuk) maupun serat penguat anorganik dan kebutuhan / permintaan hasil olahan material komposit yang cukup tinggi di pasaran setelah diketemukannya berbagai macam serat sintetis yang dibuat secara kimiawi, kini para ilmuwan berlomba-lomba beralih melakukan penelitian pada serat alam ( Hartono, 2008 )

Para ilmuwan mulai meneliti sifat – sifat alami dan melakukan uji mekanis terhadap serat – serat alam. Penelitian dilakukan setelah diketahui kelemahan – kelemahan yang terdapat pada serat tebu. Oleh karena itu para ilmuwan berusaha meneliti dan menemukan serat alam

sebagai bahan bumper dan lain – lainnya untuk masyarakat karena memiliki sifat antara lain; mudah didapatkan, dapat terurai secara alami, harganya yang murah dan tidak beracun, namun memiliki kekuatan mekanis yang sama ( Hartono, 2008 )

Salah satu serat alam yang banyak terdapat di Indonesia adalah serat ampas tebu (*baggase*). Kegiatan pasca panen dan pengolahan hasil pertanian / perkebunan, termasuk pemanfaatan produk samping dan sisa pengolahannya masih kurang optimal. Dalam industri pengolah tebu menjadi gula, ampas tebu yang dihasilkan jumlahnya dapat mencapai 90% dari setiap tebu yang diolah. Selama ini pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan baku pembuatan *particle board*, bahan bakar *boiler*, pupuk organik dan pakan ternak bersifat terbatas dan bernilai ekonomi rendah ( Hartono, 2008 ).

Pemanfaatan serat ampas tebu sebagai serat penguat material komposit akan mempunyai arti yang sangat penting yaitu dari segi pemanfaatan limbah industri khususnya industri pembuatan gula di Indonesia yang belum dioptimalkan dari segi ekonomi dan pemanfaatan hasil olahannya. Hasil penelitian ini sangat diharapkan adanya inovasi baru dalam pengembangan teknologi material komposit berpenguat serat non-sintetis di Indonesia. Selama ini industri masih menggunakan serat sintetis yang umumnya berupa serat gelas (*fiberglass*) sebagai bahan baku yang berfungsi sebagai serat penguat material komposit *Fiberglass Reinforced Plastic*. Kelemahan dari

penggunaan serat gelas adalah harganya yang mahal, tidak dapat terdegradasi secara alami saat didaur ulang, pengolahannya membutuhkan proses kimiawi dan hanya disediakan oleh perusahaan - perusahaan tertentu saja.

Oleh karena itu serat ampas tebu dapat dijadikan alternatif bahan baku, karena bahan ini mudah diperoleh karena hampir ada di seluruh pelosok Indonesia karena merupakan tanaman perkebunan yang banyak dibudidayakan oleh banyak petani di Indonesia, lebih ramah lingkungan karena merupakan serat natural dan pengolahannya yang lebih mudah Pemanfaatan serat ampas tebu sebagai serat penguat material komposit nantinya akan memberikan sumbangsih bagi pemerintah Indonesia. Karena dengan ditemukannya bahan alternatif baru pengganti serat sintetis yang kebanyakan masih mengimpor dari luar negeri, maka sedikit banyak dapat mengurangi permintaan serat sintetis oleh kalangan perindustrian di Indonesia yang pada akhirnya dapat mengurangi devisa negara yang melayang ke luar negeri ( Hartono, 2008 ).

## 2.15 Jenis – jenis tebu

### A. Tebu Kuning

Jenis tebu kuning atau disebut juga dengan nama tebu morris, atau ada juga yang bisa menyebutnya dengan tebu hijau tebu ini didominasi oleh warna kuning yang terdapat pada bagian

batangnya. Jenis tebu ini banyak tumbuh di Indonesia dibandingkan dengan jenis tebu lain.



Gambar 2.16 Tebu Kuning

#### B. Tebu Hitam

Tebu hitam juga banyak di tanam oleh masyarakat Indonesia. Jenis tebu yang banyak dibidang dengan nama tebu ireng, tebu ini memiliki warna batang berwarna ungu gelap, dan ada pula yang berwarna merah tua.

### 2.16 Uji Impak

Pengujian impak *Charpy* (juga dikenal sebagai tes *Charpy v-notch*) merupakan standar pengujian laju regangan tinggi yang menentukan

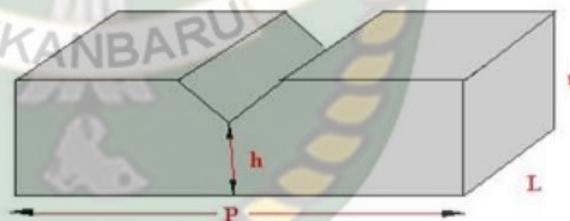
jumlah energi yang diserap oleh bahan selama terjadi patahan. Energi yang diserap adalah ukuran ketangguhan bahan tertentu dan bertindak sebagai alat untuk belajar bergantung pada suhu transisi ulet dan getas. Metode ini banyak digunakan pada industri dengan keselamatan yang kritis, karena mudah untuk dipersiapkan dan dilakukan. Kemudian hasil pengujian dapat diperoleh dengan cepat dan murah. Tes ini dikembangkan pada 1905 oleh ilmuwan Perancis *Georges Charpy*. Pengujian ini penting dilakukan dalam memahami masalah patahan kapal selama Perang Dunia II. Metode pengujian material ini sekarang digunakan di banyak industri untuk menguji material yang digunakan dalam pembangunan kapal, jembatan, dan untuk menentukan bagaimana keadaan alam (badai, gempa bumi, dan lain-lain) akan mempengaruhi bahan yang digunakan dalam berbagai macam aplikasi industri. Tujuan uji impact *charpy* adalah untuk mengetahui kegetasan atau keuletan suatu bahan (spesimen) yang akan diuji dengan cara pembebanan secara tiba-tiba terhadap benda yang akan diuji secara statik. Dimana benda uji dibuat takikan terlebih dahulu sesuai dengan standar ASTM E23 05 dan hasil pengujian pada benda uji tersebut akan terjadi perubahan bentuk seperti bengkakan atau patahan sesuai dengan keuletan atau kegetasan terhadap benda uji tersebut. Percobaan uji impact charpy dilakukan dengan cara pembebanan secara tiba-tiba terhadap benda uji yang akan diuji secara statik, dimana pada benda uji

dibuat terlebih dahulu sesuai dengan ukuran standar ASTM E23 05 ( Yopi, 2001 ).

## 2.17 Spesimen Uji Impak Material Komposit

### A. Ukuran spesimen uji impek

Material komposit uji impak mempunyai luas penampang lintang bujur sangkar dan memiliki sudut takikan V-45<sup>o</sup>, panjang 55 mm, lebar 10 mm, tinggi spesimen yang dikurangi 8 mm, kedalaman takikan 2 mm, dan tinggi 10 mm.



DIMENSI SPECIMEN UJI IMPAK

Keterangan : P = 55 mm

Sudut takikan = 45<sup>o</sup>

L = 10 mm

h = 8 mm

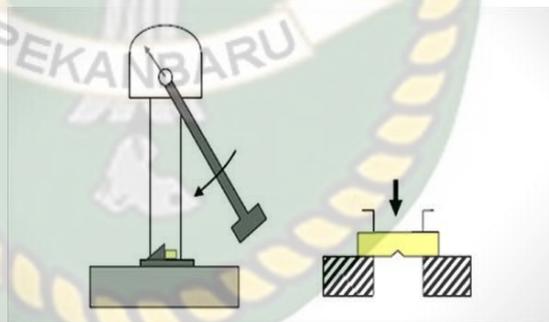
t = 10 mm

Gambar 2.17 spesimen material komposit

Sumber : Briyamoko, 2001

### B. Alat uji impak

Pembebanan impact adalah untuk mendapatkan besar gaya impact yang dibutuhkan untuk mematahkan spesimen benda uji yang di bagi dengan luas penampang. Spesimen berbentuk batang dengan penampang lintas bujung sangkar dengan takikan V. Pada metode ini, spesimen material menggunakan pengujian impact *charpy* dengan standar ASTM E23 05, yang dimana spesimen akan diletakkan secara horizontal atau mendatar pada batang penumpu dan diberi pembebanan kejut secara tiba – tiba di belakang sisi takikan oleh pendulum yang berayun secara bebas untuk mendapatkan energi yang diberi pada material komposit serat tebu yang diperkuat dengan resin *epoxy*.



Gambar 2.18 Alat Uji Impact

Sumber : Briyamoko, 2001

## 2.18 Rumus menghitung uji impek spesimen material komposit

Usaha yang dilakukan pendulum waktu memukul benda uji atau usaha yang diserap benda uji sampai patah dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

Persamaan 1

$$W_1 = G \times h_1 \text{ ( Kg.m )} \dots\dots\dots (2.1)$$

Persamaan 2

$$W_1 = G \times \lambda ( 1 - \cos \alpha ) \text{ (Kg.m)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

- $W_1$  = usaha yang dilakukan ( Kg.m )
- $G$  = berat pendulum ( Kg )
- $h_1$  = jarak awal antara pendulum dengan benda uji ( m )
- $\lambda$  = jarak lengan pengayun ( m )
- $\cos \lambda$  = sudut posisi awal pendulum

Sedangkan sisa usaha setelah mematahkan benda uji dapat dihitung dengan rumus:

Persamaan 3

$$W_2 = G \times h_2 \text{ ( Kg.m )} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

$W_2$  = sisa usaha yang telah mematahkan benda uji  
 (Kg.m)

$G$  = berat pendulum ( Kg )

$h_2$  = jarak akhir antara pendulum dengan beban uji ( m )

Besarnya usaha yang diperlukan memukul patah benda uji dengan rumus:

Persamaan 4

$$W = W_1 - W_2 \text{ ( Kg.m )} \dots\dots\dots (2.4)$$

Sehingga dari persamaan diatas masuk rumus:

Persamaan 5

$$W_2 = G \times \lambda ( \cos \beta - \cos \lambda ) \text{ ( Kg.m )} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

$W$  = usaha yang diperlukan untuk mematahkan benda uji ( Kg.m )

$W_1$  = usaha yang dilakukan ( Kg.m )

$W_2$  = sisa usaha setelah mematahkan benda uji ( Kg.m )

$G$  = berat pendulum ( Kg )

$\lambda$  = jarak lengan pengayun ( m )

$\cos \lambda$  = sudut posisi awal pendulum

$\cos \beta$  = sudut posisi akhir pendulum

besarnya harga impak setelah dilakukan pengujian dapat dihitung menggunakan rumus:

Persamaan 6

$$HI = \frac{E}{A} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

HI = Nilai impak ( Joule/mm<sup>2</sup> )

E = Usaha yang diperlukan untuk mematahkan beban uji ( Joule )

A = luas penampang dibawah takikan ( mm<sup>2</sup> )

Dengan mengetahui besarnya energi potensial yang diserap oleh material, maka kekuatan uji impak benda uji ASTM A106 dapat dihitung :

$$E_{\text{serap}} = \text{energi awal ( } E_p \text{ )} - \text{energi akhir ( } E_m \text{ )} - \text{energi Rugi} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$= ( m.g.h - m.g.h ) - ( m.g.h - m.g.h )$$

$$= m.g. ( R-R\cos \alpha ) - m.g. ( R- R\cos \beta ) - m.g. ( R-R\cos \alpha ) - m.g. ( R- R\cos \beta )$$

$$E_{\text{srp}} = mg.R. ( \cos \beta - \cos \alpha ) - mg.R. ( \cos \beta - \cos \alpha ) \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

$E_{srp}$  : energi serap (J)

$m$  : berat pendulum (kg)

$g$  : percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$R$  : panjang lengan (m)

$\alpha$  : sudut pendulum sebelum diayunkan

$\beta$  : sudut ayunan pendulum setelah mematahkan spesimen

harga impact dapat dihitung dengan :

$$HI = E_{srp} / A_0$$

Dimana:

HI : Harga impact ( $J/mm^2$ )

$E_{srp}$ : energi serap ( J )

$A_0$  : luas penampang dibawa takikan ( $mm^2$ )

## 2.19 Perendaman air hujan material komposit

*Water-absorsi* dalam komposit merupakan kemampuan komposit dalam menyerap uap air dalam waktu tertentu. *Water-absorsi* pada komposit merupakan salah satu masalah terutama dalam penggunaan komposit di luar ruangan (Wang dkk, 2005).

## 2.20 Persamaan perhitungan perendaman

Pada saat perendaman material komposit menggunakan air hujan, material komposit mengalami penambahan berat massa. Untuk menentukan berapa banyak penyerapan yang serap dapat dihitung dengan persamaan:

$$m_c = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

$m_c$  : massa spesimen berisi

$m_b$  : massa basah

$m_k$  : massa kering

## 2.21 Persamaan dan komposisi serat komposit

Jumlah komposisi serat dalam komposit, merupakan sesuatu yang menjadi perhatian khusus pada komposit berpenguat serat. Jumlah serat dan karakteristik serat merupakan elemen kunci dalam analisis komposit.

Untuk pembuatan komposit dapat dilakukan menggunakan persamaan fraksi. Fraksi dalam pembuatan komposit terdiri dari dua yaitu fraksi volume serat dan fraksi berat komposit.

Untuk menentukan berapa besar besar volume pada komposit maka dilakukan perhitungan dengan persamaan berikut:

$$V_c = P.l.t \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan:

$V_c$  : Volume Cetakan ( $\text{cm}^3$ )

$P$  : Panjang Komposit (cm)

$L$  : Lebar Komposit (cm)

$T$  : Tebal Komposit (cm)

Setelah perhitungan volume komposit dilakukan maka dalam perhitungan selanjutnya adalah volume fraksi serat dengan menggunakan persamaan berikut:

- Volume Komposit Tanpa Serat

$$V_{\text{matriks}} = (V_c \times \rho_{\text{matriks}}) \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana:

$V_{\text{matriks}}$  : Volume Matriks ( $\text{g}/\text{mm}^3$ )

$V_c$  : Volume Cetakan ( $\text{cm}^3$ )

$\rho_{\text{matriks}}$  : Massa Jenis Matriks ( $\text{g}/\text{mm}^3$ )

- Volume Komposit Tanpa Matriks

$$V_s = V_c \times \rho_{\text{serat}} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana:

$V_s$  : Volume Serat ( $g/mm^3$ )

$V_c$  : Volume Cetakan ( $cm^3$ )

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

Jadi untuk mencari volume komposit dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V_{komposit} = (\% \text{ serat} \times V_{serat}) + (\% \text{ matriks} \times V_{matriks}) \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana:

$V_{komposit}$  : Volume komposit (g r)

$V_{serat}$  : Volume serat ( $cm^3$ )

$V_{matriks}$  : Volume matriks ( $cm^3$ )

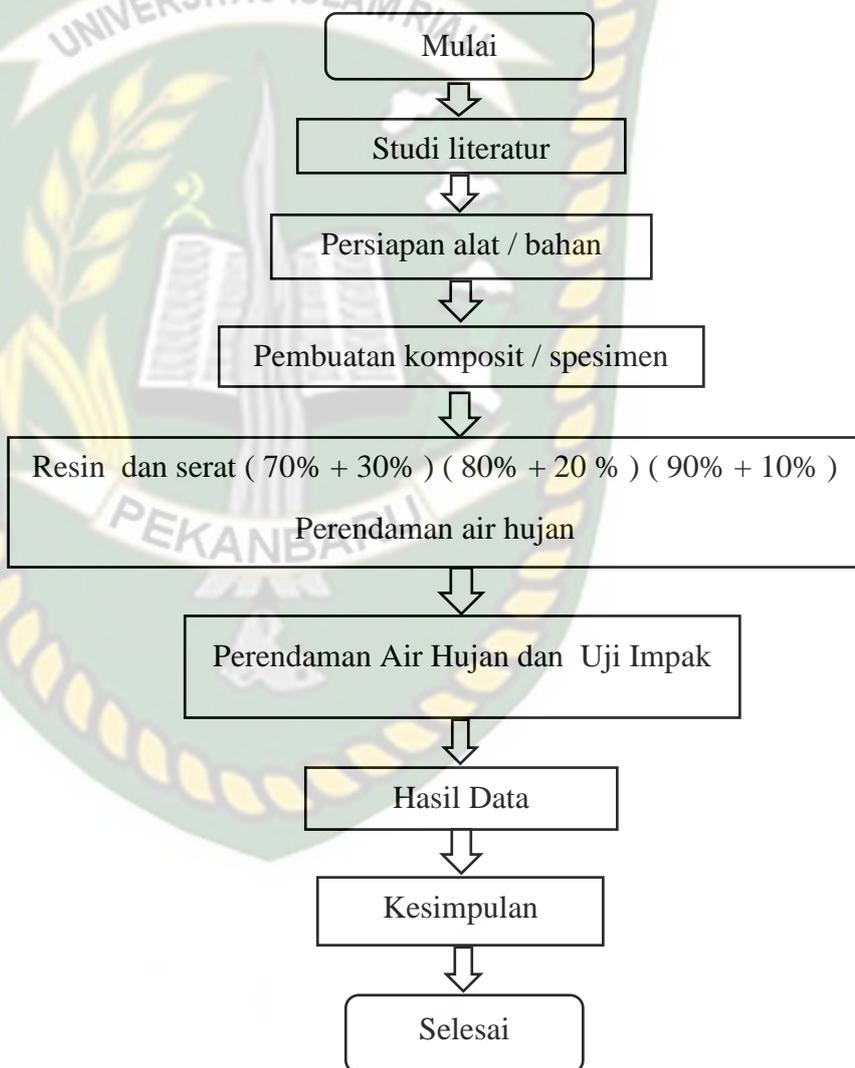


## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir

Diagram alir pada gambar 3.1 menjelaskan tentang tahapan-tahapan penelitian sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Tahap Penelitian

### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

#### a. Waktu

Waktu Penelitian ini terdiri dari beberapa waktu tahapan dimulai dari persiapan material dan bahan, persiapan pengujian perendaman air hujan dan pengujian dampak serta pengambilan data. Dari keseluruhan penelitian ini dilaksanakan selama  $\pm$  2 bulan.

### **3.3 Studi Literatur**

Tahap studi literatur yaitu studi untuk mengumpulkan bahan – bahan referensi yang diperlukan dan berhubungan dengan masalah – masalah yang akan dibahas. Studi ini dilakukan untuk mempelajari dan mengetahui pemahaman penelitian – penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan pengujian dampak serat tebu yang diperkuat dengan resin epoxy yang akan membentuk sebuah spesimen yang akan direndam menggunakan air hujan. Untuk mengetahui ketahanan serat pada saat di beri beban kejutan dengan prosedur pengujian komposisi persamaan resin dan serat yang berbeda – beda.

### **3.4 Alat dan Bahan Pengujian**

#### 3.4.1 Alat

a. Alat yang digunakan dalam pengujian ini sebagai berikut

## 1. Jangka sorong

Jangka sorong adalah alat ukur yang penelitiannya bisa mencapai seperatus milimeter.



Gambar 3.2 Jangka Sorong

## 2. Alat uji impak

Mesin uji impak untuk mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut, Mesin uji impak ASTM A106 Universitas Riau.



Gambar 3.3 Mesin Uji Impak

### 3. Spesimen Uji Impak

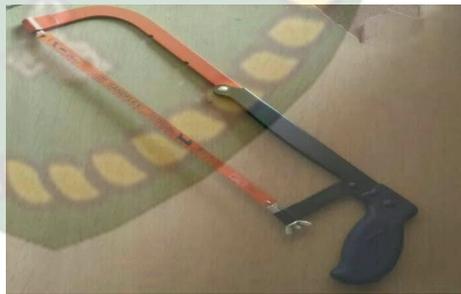


Gambar 3.4 Spesimen Uji Impak Serat Tebu

### 4. Alat untuk membuat specimen

#### a. Gergaji

Alat memotong bagian spesimen yang melebihi ukuran standart uji impak.



Gambar 3.5 Gergaji

b. Ragum

Alat bantu pengikat spesimen pada saat pemotongan agar mendapatkan hasil potongan yang sempurna.



Gambar 3.6 Ragum

c. Amplas

Alat untuk menghaluskan permukaan media pada saat finising. Kertas pasir ukuran amplas 1000 halus.



Gambar 3.7 Amplas

d. Kikir

Alat untuk pengikisan kerataan bagian siku dan bagian takikan  $45^{\circ}$  pada spesimen pengujian.



Gambar 3.8 Kikir

e. Cetakan spesimen

Wadah untuk membantu penampungan cairan resin dan serat tebu hingga kering pada saat pencetakan.

f. Pisau / cutter

Pisau berfungsi sebagai pembokaran cetakan setelah cetakan benar benar kering.



Gambar 3.9 Pisau / *Cutter*

### 3.4.2 Bahan

#### a. Bahan - bahan yang digunakan untuk membuat spesimen

##### 1. Serat Tebu kuning

Serat yang digunakan untuk melakukan pencetakan pengujian.



Gambar 3.10 Serat Tebu Kuning

##### 2. Resin *Epoxy* dan Katalis / Hardener

Resin sebagai pengikat serat komposit dan katalis / hardener berfungsi untuk mempercepat pengerasan paduan serat tebu dan resin *epoxy* memiliki massa jenis :  $1,13 \text{ g/m}^3$  dan modulus : 2,25 Gpa. Jenis resin *epoxy* ini tahan terhadap panas yang mengandung serat karbon, serat kaca, dan aramid atau kevlar.



Gambar 3.11 Resin Epoxy

### 3. *Maximum mold release wax*

*Wax* berfungsi sebagai pelicin agar resin tidak menempel pada cetakan.

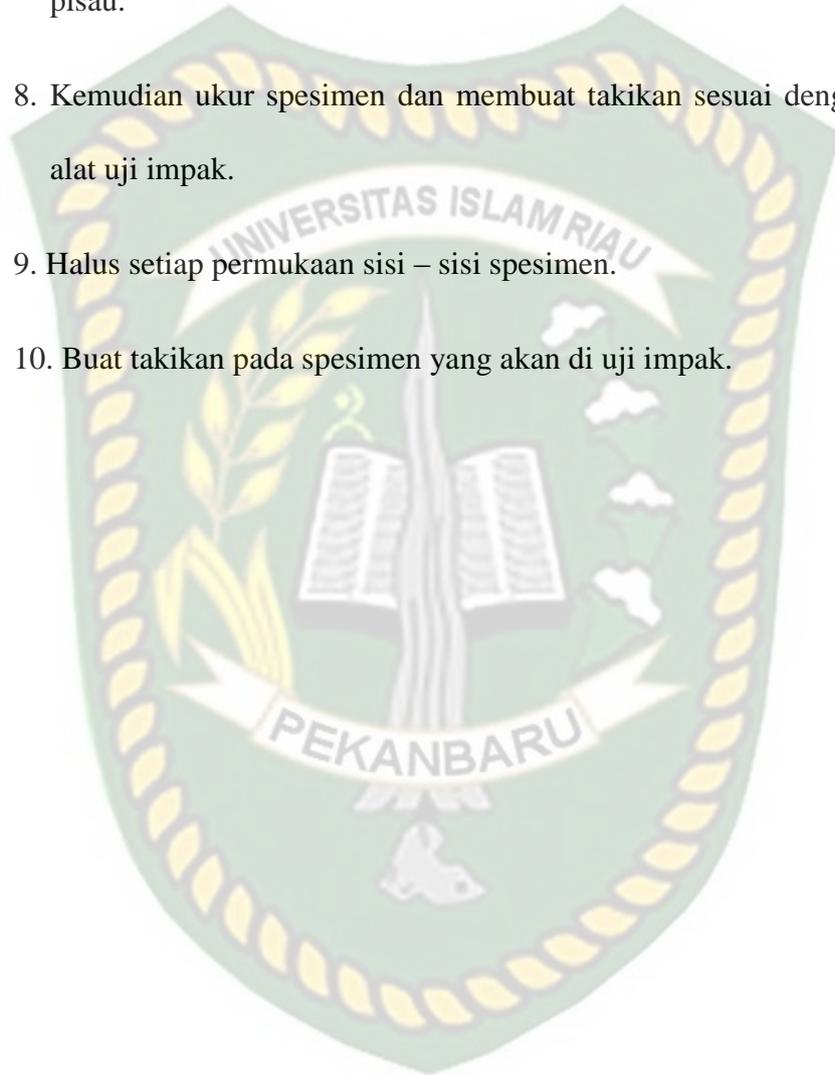


Gambar 3.12 *maximum mold release wax*

### 3.5 Langkah – langkah Pembuatan Spesimen Komposit Serat Tebu

1. Siapkan serat tebu yang telah bersih dan dipotong dengan panjang ukuran 100 mm.
2. Siapkan cetakan yang telah dibuat, lalu lapiasi ruangan cetakan menggunakan *wax* hingga merata.
3. Siapkan resin yang telah dicampur katalis / *hardener* dengan perbandingan komposisi yang hendak di teliti.
4. Masukkan serat tebu kedalam cetakan
5. Tuangkan resin yang telah dicampur katalis kedalam cetakan hingga merata.

6. Tunggu pengeringan cetakaan beberapa hari.
7. Setelah kering bongkar spesimen dari cetakan dengan menggunakan pisau.
8. Kemudian ukur spesimen dan membuat takikan sesuai dengan alat uji alat uji impact.
9. Halus setiap permukaan sisi – sisi spesimen.
10. Buat takikan pada spesimen yang akan di uji impact.



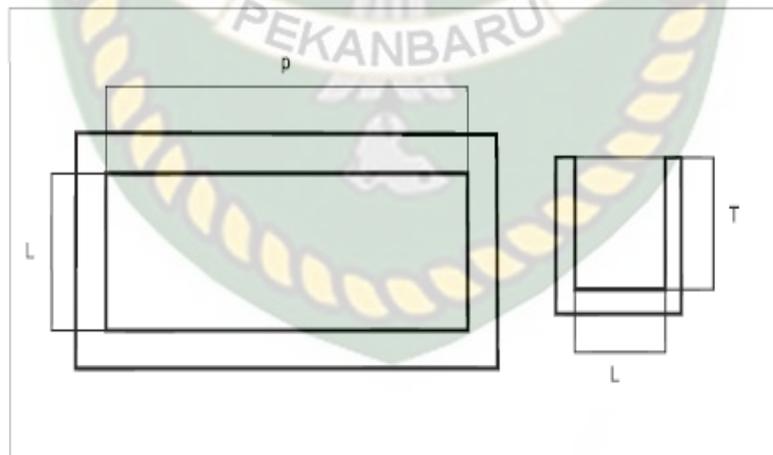
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik komposit dengan cara melakukan pengujian impak pada material tanpa direndam dan material yang telah direndam dalam air hujan.

#### 4.1 Perhitungan Volume Cetakan

Ada pun saat pembuatan spesimen pada penelitian ini memerlukan cetakan sebagai pembentukan serat dan resin agar sesuai dengan standar berbentuk persegi panjang dan dimensi cetakan spesimen dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Dimensi cetakan spesimen

Keterangan pada gambar cetakan spesimen ini terdiri dari P = Panjang, L = Lebar, T = Tinggi.

Dari gambar 4.1 terdapat dimensi cetakan spesimen cetakan ini dari kaca yang tebalnya (t) 0,5 mm. Untuk menentukan volume cetakan (vc) menggunakan

rumus sebagai berikut:

$$(vc) = P \times L \times T \text{ (cm}^3\text{)}$$

Dimana:

Vc = volume cetakan (cm<sup>3</sup>)

P = Panjang (cm)

$$= 5,5 \text{ cm}$$

L = Lebar (cm)

$$= 1 \text{ cm}$$

T = Tinggi (cm)

$$= 1 \text{ cm}$$

Jadi

$$Vc = 5,5 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$$

$$= 5.5 \text{ cm}^3$$

## 4.2 Data Fraksi Volume Komposisi Komposit

Sebelum melakukan pembuatan spesimen adapun langkah – langkah yang dilakukan yaitu mencari nilai dari massa jenis pada masing- masing komponen dalam pembuatan spesimen. Dan untuk mencari nilai massa jenis dari masing – masing bahan dari resin atau serat untuk membuat komposit dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

### 4.2.1 Massa Jenis Serat Tebu ( $\rho_{s,t}$ )

Massa jenis adalah kerapatan dari suatu jenis bahan, setiap benda memiliki kerapatan yang berbeda – beda. Jadi untuk mendapatkan nilai massa jenis dari suatu serat akasia dapat dihitung menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$\rho_{s,t} = \frac{m}{V} \text{ ( g /cm}^3 \text{)}$$

Dimana:

$$\rho_{s,t} = \text{massa jenis (g /cm}^3 \text{)}$$

$$m_s = \text{massa serat tebu (g )}$$

$$m_s = 2 \text{ g r}$$

$$v_{air} = 3,1 \text{ (ml)}$$

maka:

$$\rho_{s,t} = \frac{2 \text{ gr}}{3,1 \text{ ml}}$$

$$\rho_{s,t} = 0,64 \frac{\text{gr}}{\text{ml}}$$

$$\rho_{s,t} = 0,64 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

#### 4.2.2 Massa Serat Tanpa Resin ( $m_{str}$ )

##### 1. Massa serat tebu

Untuk mendapatkan nilai massa dari serat tebu tanpa menggunakan campuran tanpa resin dapat di hitung menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$m_{s,t} = vc \times \rho_{s,t} \text{ (g r)}$$

dimana:

$$m_{s,t} = \text{massa serat tebu (g)}$$

$$vc = \text{volume cetakan (cm}^3\text{)}$$

$$= 5,5 \text{ cm}^3$$

$$\rho_{s,t} = \text{massa serat tebu (g r/cm}^3\text{)}$$

$$= 0,64 \text{ g r/cm}^3$$

Maka:

$$M_{s,t} = 5,5 \text{ cm}^3 \times 0,64 \text{ g r/cm}^3$$

$$= 3,52 \text{ g r}$$

### 4.2.3 Massa Resin Tanpa Serat ( $m_{rts}$ )

Untuk mendapatkan nilai massa dari suatu resin tanpa menggunakan campuran dari serat sedikit pun dapat dihitung menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$M_r = v_c \times \rho_r \text{ (g r)}$$

Dimana:

$$M_r = \text{massa resin (g r)}$$

$$v_c = \text{volume cetakan } cm^3 \\ = 5,5 \text{ } cm^3$$

$$\rho_r = \text{massa jenis resin} \\ = 1,13 \text{ g r/cm}^3$$

Maka:

$$M_r = 5,5 \text{ } cm^3 \times 1,13 \text{ g r/cm}^3 \\ = 6,215 \text{ g r}$$

### 4.3 Menghitung Persentase Spesimen

Saat pembuatan spesimen sebelum melakukan pengujian terlebih Dahulu menentukan komposisi atau persentase dari bahan serat dan resin untuk dicampurkan menjadi spesimen. Adapun proses menghitung komposisi atau persentase dari masing – masing bahan sebagai berikut:

1. Membuat spesimen dengan komposisi campuran 70% Resin + 30% Serat

Tebu

Dimana:

$$m_{s,t} = \text{Massa Serat Tebu (g r)}$$

$$= 3,52 \text{ g r}$$

$$m_r = \text{Massa Resin (g r)}$$

$$= 6,215 \text{ g r}$$

$$\triangleright 30\% \text{ Tebu} = 30\% \times m_{s,t}$$

$$= 30\% \times 3,52 \text{ g r}$$

$$= 1,06 \text{ g r}$$

$$\triangleright 70\% \text{ Resin} = 70\% \times m_r$$

$$= 70\% \times 6,215 \text{ g r}$$

$$= 4,36 \text{ g r}$$

Jadi total campuran (massa komposit) dari masing – masing bahan

untuk pembuatan spesimen komposit adalah = 1,06 g r + 4,36 g r

$$= 5,42 \text{ g r}$$

2. Membuat spesimen dengan komposisi campuran 80% Resin + 20%

Serat Tebu

Dimana:

$$m_{s,t} = \text{Massa Serat Tebu (g r)}$$

$$= 3,52 \text{ g r}$$

$$m_r = \text{Massa Resin (g r)}$$

$$= 6,215 \text{ (g r)}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } 20\% \text{ Tebu} &= 20\% \times m_{s,t} \\ &= 20\% \times 3,52 \text{ g r} \\ &= 0,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } 80\% \text{ Resin} &= 80\% \times m_r \\ &= 80\% \times 6,215 \text{ g r} \\ &= 4,98 \text{ g r} \end{aligned}$$

Jadi total campuran ( massa komposit) dari masing – masing bahan untuk pembuatan spesimen komposit adalah  $= 0,75 \text{ g r} + 4,98 \text{ g r} = 5,73 \text{ g r}$

- 3 Membuat spesimen dengan komposisi campuran 90% Resin + 10 % Serat Tebu

Dimana:

$$\begin{aligned} m_{s,t} &= \text{Massa Serat Tebu} \\ &= 3,52 \text{ g r} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_r &= \text{Massa Resin} \\ &= 6,215 \text{ g r} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } 10\% \text{ Tebu} &= 10\% \times m_{s,t} \\ &= 10\% \times 3,52 \text{ g r} \\ &= 0,36 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤} \quad 90\% \text{ Resin} &= 90\% \times 6,215 \text{ g r} \\
 &= 5,59
 \end{aligned}$$

Jadi total campuran (massa komposit) dari masing – masing bahan untuk pembuatan spesimen komposit adalah = 0,36 g r + 5,59 g r = 5,95 g r

#### 4.4 Menghitung Persentase Spesimen Perendaman Air Hujan

Data persentase perendaman air hujan komposit serat tebu yang direndam selama 2 hari.

Dimana:

➤ Spesimen 90% / 10%

$$\begin{aligned}
 m_k &= \text{Massa Kering (g r)} \\
 &= 5,59 \text{ g r}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m_b &= \text{Massa Basah (g r)} \\
 &= 6,62 \text{ g r}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m_c &= \text{Massa perendaman} \\
 &= 0,1842 \text{ g r}
 \end{aligned}$$

$$m_c = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\%$$

$$= \frac{6,62 \text{ gr} - 5,59 \text{ gr}}{5,59 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$= 0,1842 \text{ g r}$$

➤ Spesimen 80% / 20%

$$m_k = \text{Massa Kering}$$

$$= 5,73 \text{ g r}$$

$m_b$  = Massa Basah

$$= 6,75 \text{ g r}$$

$m_c$  = Massa Perendaman

$$= 0,178 \text{ g r}$$

$$\begin{aligned} m_c &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\ &= \frac{6,75 \text{ gr} - 5,73 \text{ gr}}{5,73 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 0,178 \text{ g r} \end{aligned}$$

➤ Spesimen 70% / 30%

$m_k$  = Massa Kering

$$= 5,42 \text{ g r}$$

$m_b$  = Massa Basah

$$= 6,47 \text{ g r}$$

$m_c$  = Massa Perendaman

$$= 0,1937 \text{ g r}$$

$$m_c = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\%$$

$$m_c = \frac{6,47 \text{ gr} - 5,42 \text{ gr}}{5,42 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$= 0,1937 \text{ g r}$$

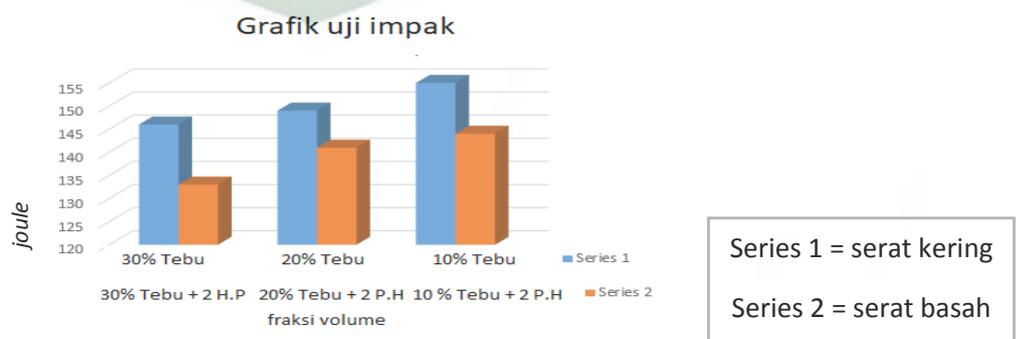
#### 4.5 Hasil Data Uji Impak Dan Absorpsi

Tabel dibawah ini memberikan informasi perbedaan spesimen terhadap fraksi volume yang berbeda pada material komposit. Saat pengujian impak dapat dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 4.1 hasil pengujian impak

Fraksi volume	$T$ ( $C^0$ )	$a$ (mm)	$b$ (mm)	$A$ (mm)	$\alpha^0$	$E$ (joule)	$H_1$ ( $j/mm^2$ )	Jenis patahan
30% Tebu	$0^0$	55	10	550	$85^0$	146,968	$267,215 \times 10^{-3}$	Getas
20% Tebu	$0^0$	55	10	550	$86^0$	149,769	$272,307 \times 10^{-3}$	Getas
10% Tebu	$0^0$	55	10	550	$88^0$	155,381	$282,510 \times 10^{-3}$	Getas
30% Tebu Rendaman	$0^0$	55	10	550	$80^0$	133,043	$241,896 \times 10^{-3}$	Getas
20% Tebu Rendaman	$0^0$	55	10	550	$83^0$	141,379	$257,052 \times 10^{-3}$	Getas
10% Tebu Rendaman	$0^0$	55	10	550	$84^0$	144,171	$262,129 \times 10^{-3}$	Getas

##### A. Grafik hasil uji impak



Gambar 4.2 Grafik Hasil Uji Impak

Setelah melakukan pengujian impak didapat hasil yang tertera pada grafik , dari pengujian impak diatas dengan lima pengujian spesimen yang memiliki komposisi material yang berbeda – beda. Dari data yang didapatkan, hasil dengan adanya penambahan serat tebu pada spesimen, peningkatan kekuatan pada saat pengujian impak. Kekuatan fraksi volume pada spesimen 30% Tebu dengan nilai  $267,215 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$  , pada spesimen 20% Tebu dengan nilai  $272,307 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$  , pada spesimen 10% Tebu dengan nilai  $282,510 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$  , pada spesimen 30% Tebu + perendaman 2 hari dengan nilai  $241,896 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$  , pada spesimen 20% Tebu + perendaman 2 hari dengan nilai  $257,052 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$  , pada spesimen 10% Tebu + perendaman 2 hari dengan nilai  $262,129 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$ .

Dari pengujian spesimen ini, hasil nilai pengujian yang paling tinggi pada campuran adalah spesimen 10% tebu dengan nilai impak  $282,510 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$ .

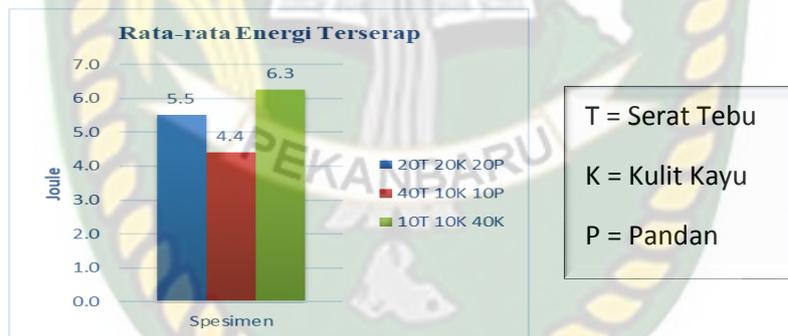
Berdasarkan tabel dan grafik diatas bahwa kekuatan impak material komposit tanpa perendaman memiliki kekuatan impak lebih tinggi, karena kalau serat tebu yang dilakukan perendaman akan menghasilkan pembusukan serat akibat masuk nya air hujan melalui pori – pori sisi spesimen. Dimana air hujan akan di serap oleh serat tebu, yang akan mengalami serat tebu yang membusuk akibat tidak tahan menahan kadar air hujan.



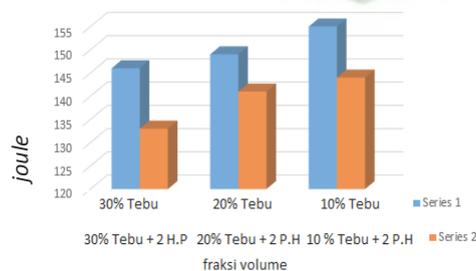
Gambar 4.3 Patahan Spesimen Setelah Di Uji Impak

#### 4.6 Perbandingan Pengujian Impak Sebelumnya

Perbandingan pengujian impak dengan volume 30% tebu, 20% tebu, 10% tebu dan 30% tebu + perendaman air hujan, 20% tebu + perendaman air hujan, 10% tebu + perendaman air hujan dengan nilai energi serap rata – rata 141,379 joule dengan hasil energi serap tertinggi 155,381 joule. Ada pun hasil penelitian yang dilakukan oleh Alexander Martua Napitupuluh pengujian impak dengan volume 20% tebu + 20% k.kayu + 20% pandan, 40% tebu + 10% k.kayu + 10 % pandan, 10% tebu + 10% k.kayu + 40% pandan dengan nilai energi serap rata – rata 5,5 joule dan nilai energi serap tertinggi 7,6 joule ( alexander, 2018 )



Grafik uji impak



Gambar 4.4 Grafik Uji Impak

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Hasil dari analisa dan pengujian material serat tebu ini dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Pada pengujian material komposit serat tebu tanpa perendaman air hujan mendapatkan hasil pengujian impak dengan nilai tertinggi adalah  $282,510 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$  pada campuran spesimen 10% serat tebu tanpa perendaman air hujan, sedangkan nilai terendah adalah  $267,215 \times 10^3 \text{ J/mm}^2$  pada spesimen 30% serat tebu tanpa perendaman air hujan
2. Pada pengujian material komposit serat tebu dan perendaman air hujan mendapatkan hasil pengujian impak dengan nilai tertinggi adalah  $262,129 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$  pada campuran spesimen 10% serat + tebu perendaman air hujan. Sedangkan nilai terendah adalah  $241,896 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$  pada spesimen 30% serat tebu + perendaman air hujan.
3. Pada spesimen komposit dengan jumlah fraksi 10 % serat tebu tanpa perendaman air hujan lebih baik dari pada spesimen yang lain. Karena kekuatan serat tebu semakin kuat apabila tidak ada kadar zat yang menempel melemahkan kekuatan serat tebu.

## B. SARAN

Pada penelitian ini peneliti menyadari bahwa hasil penelitian ini masih sangat jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis menyarankan beberapa hal yang perlu diperhatikan pada pembuatan spesimen, antara lain:

1. Pada proses pemotongan spesimen diusahakan untuk lebih teliti agar tidak cacat dan lebih persisi sesuai ASTM yang digunakan.
2. Pada proses pencampuran resin dengan serat diusahakan harus teliti supaya tidak ada rongga atau pori - pori pada spesimen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amri Ristadi, Febrianto. 2011 “ Studi mengenai Sifat Mekanis Komposit Polylactic Acid ( PLA ) Diperkuat Serat Rami ”, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada.
- Dimas Try Sulisty, 2016 “ *Gambar Bumper Belakang Mobil Berbahan Dasar Serat Glass Acak.*” Teknik Mesin, Fakultas Teknik Mesin, Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta.
- Febri Anggih Setiawan, 2015 “ *Pengaruh Fraksi Berat Aditif Montmorillonite Siklus Termal terhadap Sifat Mekanik Pada Komposit Polyester Berpenguat Serat Bambu* “ Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.
- Gibson, 1994, Nurun nayiroh, M.Si “ *Teknologi Material Komposit.*“ Teknik Kimia, Fakultas Teknik Kimia, Univerits Indonesia.
- Nur Abdillah Siddiq, 2015 “ *Gambar serat Ampas tebu.*” Teknik Pertanian
- Ocky Surya Pribadi, 2015 “ *Proses Pembuatan Bodi Mobil Menggunakan bahan Komposit.* “ Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Mesin Universitas Negeri Semarang.
- Retno Pujiati, 2017 “ *Analisa Teknis Bahan Komposit Serat Alami Ampas Tebu* “ Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi, Kelautan Institut Teknologi Surabaya.
- Yudo, Hartono. “ *Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu Di Tinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Impak* “. Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.