



**PENGARUH FRAKSI VOLUME BILAH BAMBU  
TERHADAP KEKUATAN *IMPACT* KOMPOSIT BILAH  
BAMBU/*POLYESTER***

**SKRIPSI**

Proposal Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Teknik Mesin

**UNNES**

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

oleh  
**SURYA ADI IRIANTO**

**5201412082**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2016**

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul '**Pengaruh Fraksi Volume Bilah Bambu Terhadap Kekuatan Impact Komposit Bilah Bambu/Polyester**' telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 04 bulan November tahun 2016.

Oleh

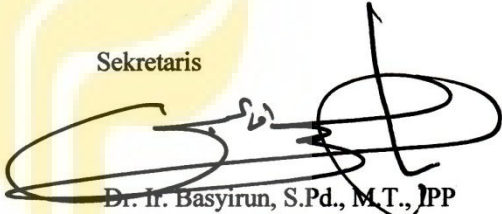
Nama : SURYA ADI IRIANTO  
NIM : 5201412082  
Program Studi : PENDIDIKAN TEKNIK MESIN S1

Panitia


Ketua Panitia

  
Rusiyanto, S.Pd., M.T.  
NIP 196809241994031002

Sekretaris

  
Dr. Ir. Basyirun, S.Pd., M.T., IPP  
NIP 196809241994031002


Penguji I

  
Rusiyanto, S.Pd., M.T.  
NIP 196809241994031002

Penguji II / Pembimbing II

  
Dr. Rahmat Doni Widodo, S.T., M.T.  
NIP 197509272006041002

Penguji III / Pembimbing I

  
Drs. Masugino, M.Pd.  
NIP 195207211980121001

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Mengetahui  
Dekan Fakultas Teknik UNNES



Dr. Nur Qudus, M.T.  
NIP 196911301994031001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini

Nama Mahasiswa : Surya Adi Irianto  
NIM : 5201412082  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1  
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“Pengaruh Fraksi Volume Bilah Bambu Terhadap Kekuatan *Impact* Komposit Bilah Bambu/*Polyester*”** ini merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

**UNNES**

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Semarang, 4 November 2016

Yang membuat pernyataan



SURYA ADI IRIANTO  
NIM. 5201412082

## ABSTRAK

**Irianto, Surya Adi. 2016.** Pengaruh Fraksi Volume Bilah Bambu Terhadap Kekuatan *Impact* Komposit Bilah Bambu/*Polyester*. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Drs. Masugino, M.Pd dan Dr. Rahmat Doni Widodo, MT.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui besarnya pengaruh fraksi volume bilahbambu terhadap kekuatan *impact* dan untuk mengetahui perbedaan bentuk perpatahan dari hasil pengujian *impact* dengan menggunakan foto makro.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Teknik analisis data menggunakan teknik analisis statistik deskriptif yaitu hasil dari beberapa pengujian dihitung nilai *impact* nya kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Hasil penelitian yang didapatkan setelah melakukan pengujian *impact* adalah energi serap rata-rata pada fraksi volume bilah 30% adalah 1,59 J, fraksi volume bilah 40% adalah 2,43 J dan fraksi volume bilah 50% adalah 3,96 J. Kekuatan *impact* rata-rata pada fraksi volume bilah 30% adalah 0,047 J/mm<sup>2</sup>, fraksi volume bilah 40% adalah 0,073 J/mm<sup>2</sup>, dan fraksi volume bilah 50% adalah 0,119 J/mm<sup>2</sup>.

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah ada pengaruh variasi fraksi volume bilah bambu terhadap kekuatan *impact* komposit bilah bambu/*polyester*. Kekuatan *impact* nya semakin meningkat seiring dengan penambahan fraksi volume bilah. Kekuatan *impact* rata-rata paling tinggi adalah pada fraksi volume bilah 50% sebesar 0,119 J/mm<sup>2</sup> dan energi serap rata-ratanya yang paling tinggi terdapat pada fraksi volume bilah 50% sebesar 3,96 Joule. Sedangkan perbedaan bentuk perpatahan komposit bilahbambu karena adanya *fiber pull out* sebesar 40% yang mengakibatkan *debonding* sebesar 60% atau tercabutnya bilah dari matrik.

**Kata kunci:** *hand lay up*, *Polyester*, dan kekuatan *impact*.

## **MOTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTO**

Maka jika mereka berpaling (dari keimanan), maka katakanlah (Muhammad), “Cukuplah Allah bagiku; tidak ada Tuhan selain Dia. Hanya Kepada-Nya aku bertawakal, dan Dia adalah Tuhan yang memiliki ‘Arsy (singgasana) yang agung” (QS At-Taubah: 129).

### **PERSEMBAHAN**

1. Kedua orang tua, bapak Irianto dan ibu Tri Andarmiyati yang senantiasa membimbing, menyayangi, dan mendoakan untuk kesuksesanku
2. Adik Anisah Dewi Irianto dan Candra Rizky Irianto
3. Teman-teman Pendidikan Teknik Mesin S1 angkatan 2012



## PRAKATA

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wata'ala atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi dengan judul “Pengaruh Fraksi Volume Bilah Bambu Terhadap Kekuatan *Impact* Komposit Bilah Bambu/*Polyester*” dalam rangka menyelesaikan Studi Strata Satu untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bimbingan, motivasi, dan bantuan dari semua pihak. Oleh karena itu, dengan rendah hati penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, antara lain:

1. Rusiyanto, S.Pd., M.T. selaku ketua jurusan teknik mesin sekaligus sebagai penguji.
2. Drs. Masugino, M.Pd. selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Dr. Rahmat Doni Widodo, M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
4. Semua pihak yang telah memberikan motivasi, saran, dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis dalam menulis skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan pada dunia pendidikan khususnya.

Semarang, 4 November 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>MOTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>PRAKATA</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah .....	3
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian .....	4
F. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	6
A. Kajian Teori.....	6
1. Pengertian Komposit.....	6
2. Klasifikasi Komposit.....	8
3. Tipe Komposit Serat.....	10
4. <i>Fiber Reinforced Composite</i> .....	11
5. Bilah Bambu.....	12
6. Matrik.....	14
7. Perlakuan Alkali .....	15
8. <i>Unsaturated Polyester Resin</i> .....	15
9. Katalis.....	17
10. Fraksi Volume .....	17

11. Pengujian <i>Impact</i> .....	20
12. Foto Makro.....	23
13. <i>Bumper</i> Mobil.....	24
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	25
C. Kerangka Berfikir.....	27
D. Hipotesis.....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>29</b>
A. Bahan Penelitian.....	29
B. Alat dan Skema Penelitian.....	33
1. Alat Pembuatan Spesimen.....	33
2. Dimensi Spesimen.....	36
3. Alat Uji Spesimen.....	37
C. Prosedur Penelitian.....	38
4. Data Penelitian.....	41
5. Analisis Data.....	41
6. Lembar Pengujian Penelitian.....	42
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>43</b>
A. Hasil Penelitian.....	43
B. Pembahasan.....	49
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>55</b>
A. Kesimpulan.....	55
B. Saran.....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN.....</b>	<b>57</b>



## DAFTAR GAMBAR

2.1 Ilustrasi Komposit Berdasarkan Penguatnya .....	8
2.2 Susunan Serat.....	11
2.3 Bilah Bambu .....	14
2.4 Prinsip Pengukuran Pengujian <i>Impact</i> .....	22
2.5 <i>Fiber Pull Out</i> .....	24
2.6 <i>Bumper</i> Mobil .....	25
2.7 Kerangka Berfikir .....	28
3.1 Ukuran Spesimen .....	30
3.2 Timbangan .....	33
3.3 Cetakan .....	34
3.4 Gelas Ukur dan Suntikan .....	34
3.5 Jangka Sorong.....	35
3.6 Gergaji Tangan.....	35
3.7 Gelas Corong dan Pengaduk.....	35
3.8 <i>Press Hidrolic</i> .....	36
3.9 Dimensi Spesimen Sesuai Dengan Standart ISO 179 .....	36
3.10Alat Uji <i>Impact</i> .....	37
3.11Alat Foto Makro.....	37
3.12Diagram Alir Penelitian .....	38
4.1 Hasil Energi Serap Saat Pengujian <i>Impact</i> .....	44
4.2 Kekuatan <i>Impact</i> .....	44
4.3 Energi Serap Rata-rata .....	45
4.4 Kekuatan <i>Impact</i> Rata-rata.....	45
4.5 Spesimen dengan Fraksi Volume Bilah30% Sebelum dan Sesudah diuji .....	46
4.6 Spesimen dengan Fraksi Volume Bilah 40% Sebelum dan Sesudah diuji .....	46
4.7 Spesimen dengan Fraksi Volume Bilah50% Sebelum dan Sesudah diuji .....	47
4.8 Penampang Patahan Spesimen pada Fraksi Volume Bilah 30% .....	47
4.9 Penampang Patahan Spesimen pada Fraksi Volume Bilah 40% .....	48
4.10 Penampang Patahan Spesimen pada Fraksi Volume Bilah 50% .....	48

## DAFTAR TABEL

2.1 Kekuatan Mekanis Bilah Bambu .....	13
2.2 Spesifikasi <i>Unsaturated Polyester Resin Yukalac 157 BTQN</i> .....	16
2.3 Hasil Pengujian Tekan dan Tarik Rerata Komposit Bambu Apus .....	26
3.1 Data Spesimen Komposit yang Telah Dibuat .....	33
3.2 Jumlah Spesimen Pengujian.....	42
3.3 Data Hasil Pengujian <i>Impact</i> .....	42
3.4 Foto Makro.....	42
4.1 Hasil Pengujian <i>Impact</i> .....	43



## DAFTAR LAMPIRAN

1. Surat Tugas .....	57
2. Surat Ijin Penelitian.....	58
3. Surat Keterangan Pengujian.....	59
4. Hasil Pengujian <i>Impact</i> .....	60
5. Perhitungan Energi Serap dan Kekuatan <i>Impact</i> .....	61
6. Dokumentasi .....	70



## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

<b>SIMBOL</b>	<b>ARTI</b>
$^{\circ}\text{C}$	= Derajat Celcius
$^{\circ}$	= Derajat
%	= Persen
$A_0$	= Luas penampang mula-mula
E	= Energi
G	= Berat Pendulum
R	= Jarak titik putat ke titik berat pendulum
V	= Volume
W	= Berat
m	= Massa
$\alpha$	= Sudut pendulum sebelum menabrak benda
$\beta$	= Sudut pendulum setelah menabrak benda
$\rho$	= Massa Jenis

## SINGKATAN UNNES UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA ARTI

$\text{g/cm}^3$	= Gram per Centimeter Kubik
J	= Joule
$\text{J/mm}^2$	= Joule per Milimeter Persegi
$\text{Kg/mm}^2$	= Kilogram per Milimeter Persegi
N	= Newton
mm	= Milimeter

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan material sendiri mulai banyak dikembangkan didalam dunia industri otomotif, sehingga kebutuhan akan material semakin meningkat. Material logam sering digunakan dalam industri otomotif, akan tetapi material logam memiliki kelemahan pada tingginya biaya produksi dan proses pengerjaan dengan mesin sehingga para konsumen mulai beralih ke material non logam seperti komposit.

Komposit serat alam seperti serat bambu mempunyai keunggulan antara lain sifatnya yang dapat diperbarui, dapat didaur ulang, dapat terbiodegradasi di lingkungan, Selain itu, serat alam mempunyai sifat mekanik yang baik dan lebih murah dibandingkan dengan serat sintetik (Zimmermann et al., 2004: 754). Sedangkan kelemahan dari serat bambu sendiri yaitu mengandung kadar gula yang tinggi sebanyak 42,4-53,6%, lignin 19,8–26,6 % dan kadar air sebanyak 15-20 %. Sehingga serat bambu mudah kusut dan mudah menyerap air (*higroskopis*).

Tanaman bambu termasuk dalam orde *Graminales*, famili *gramineae*, dan subfamili *Bambusoideae*. Tanaman bambu banyak ditemukan di daerah tropis di benua Asia, Afrika, dan Amerika. Benua Asia merupakan daerah penyebaran bambu terbesar. Tanaman bambu yang kita kenal umumnya berbentuk rumpun. Tinggi tanaman bambu pada umumnya sekitar 0,3 m sampai 30 m, diameter

batangnya 0,25 – 25 cm dan ketebalan dindingnya sampai 25 mm. Tanaman ini dapat mencapai umur panjang dan biasanya mati tanpa berbunga.

Bambu memiliki kekuatan tarik hingga mencapai  $200,5 \text{ N/mm}^2$  dan mempunyai kekuatan *impact* hingga mencapai  $63,4 \text{ Joule/m}^2$ . Bambu memiliki densitas  $0,8 \text{ g/cm}^3$  dan memiliki kekuatan mulur hingga mencapai  $230,9 \text{ N/m}^2$  (Morisco, 1999). Bilah bambu yang dikombinasikan dengan resin dan matriks akan dapat menghasilkan komposit alternatif yang sangat cocok untuk diaplikasikan pada bumper mobil.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Lukmanul Hakim Arma tahun 2011. Dalam penelitiannya melakukan percobaan dengan menggunakan resin *polyester* yang diperkuat dengan serat bambu yang divariasikan volumenya yaitu 30%, 35%, dan 40%. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa setiap penambahan fraksi volume serat bambu mengakibatkan nilai kekuatan tarik mengalami peningkatan, dengan nilai optimum terjadi pada spesimen dengan fraksi volume 40% yaitu sebesar  $46,3 \text{ MPa}$ , sedangkan nilai kekuatan tarik terendah terjadi pada spesimen dengan fraksi volume 30% sebesar  $19,68 \text{ MPa}$ .

Pemanfaatan material komposit yang menggunakan bahan pengikat resin *polyester* dan penguatnya menggunakan bilah bambu dapat diaplikasikan didalam bumper mobil. Bumper mobil berfungsi sebagai suatu komponen keselamatan pada mobil dan sebagai pelindung dari kecelakaan. Bumper mobil hanya mengalami gaya *impact* saja dikarenakan harus mampu menahan beban apabila akan terjadi kecelakaan. Oleh karena itu, untuk mencegah terjadinya kecelakaan, peneliti akan

menggantikan bahan logam pada *bumper* mobil dengan menggunakan material komposit bilahbambu.

Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Fraksi Volume Bilah Bambu Terhadap Kekuatan *Impact* Komposit BilahBambu/*Polyester*”**

### **B. Identifikasi Masalah**

1. Bambu mengandung kadar zat gula sebesar 42,4–53,6% dan kadar air sebanyak 15-20 % sehingga mudah kusut dan mudah menyerap air (*higroskopis*).
2. Bahan bilah bambu mudah didapat, dapat didaur ulang, dan ramah lingkungan.
3. Bilahbambu mempunyai sifat antara lain kekuatan tarik yang tinggi, kasar membuat bahan menjadi ulet.
4. Bambu yang digunakan adalah bambu betung yang pemanfaatannya masih kurang untuk keperluan atau aplikasi dibidang teknik.
5. Pengujian *impact* bertujuan untuk menentukan ketangguhansuatu material dan mengukur kekuatan material akibat pembebanan tiba-tiba.
6. Pengambilan foto makro bertujuan untuk mengetahui bentuk perpatahan pada spesimen.

### **C. Batasan Masalah**

1. Spesimen menggunakan bilahbambu dengan fraksi volume serat yaitu 30%, 40%, dan 50%.

2. Material komposit menggunakan bahan pengikat resin *polyester* dan penguatnya menggunakan bilahbambu.
3. Bilah bambu direndam pada larutan NaOH selama 2 jam.
4. Pembuatan komposit adalah berbentuk serat searah(*uni-directional*).
5. Resin yang digunakan berjenis *Unsaturated Polyester 157 BTQN*.
6. Katalis menggunakan MEKPO (*Metyl Etil Katon Peroksida*) 1%
7. Pengujian *impact* menggunakan metode *charpy*.
8. Pengujian *impact* menggunakan standart ISO 179.
9. Foto makro diambil dari hasil perpatahan pengujian *impact*.
10. Alat yang digunakan dalam pengujian *impact* menggunakan *Gotech Testing Machine*

#### **D. Rumusan Masalah**

1. Seberapa besar pengaruh fraksi volum bilahbambu terhadap kekuatan *impact*?
2. Bagaimana perbedaan bentuk perpatahan dari hasil pengujian *impact* dengan menggunakan foto makro?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui besarnya pengaruh fraksi volume bilahbambu terhadap kekuatan *impact*.
2. Untuk mengetahui perbedaan bentuk perpatahan dari hasil pengujian *impact* dengan menggunakan foto makro.



## F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Secara aplikatif dapat dipakai untuk mengetahui seberapa besar pengaruh fraksi volume bilahbambu terhadap kekuatan *impact*.
2. Secara aplikatif dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan bagi bidang industri otomotif untuk mengetahui apakah ada pengaruh material bilah bambu terhadap kekuatan *impact*.
3. Bagi mahasiswa Universitas Negeri Semarang diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan di bidang pengetahuan khususnya bahan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Pengertian Komposit**

Bahan komposit dapat dibentuk dengan menggabungkan dua atau lebih bahan pada skala makroskopik sehingga komposit memiliki sifat rekayasa yang lebih baik daripada bahan konvensional, misalnya logam. Beberapa kelebihan dari material komposit sendiri adalah memiliki kekakuan, kekuatan, penurunan berat, ketahanan korosi, sifat termal, umur kelelahan, dan ketahanan aus. Kebanyakan pada bahan komposit terbuat dari dua bahan yaitu bahan penguat yang sering disebut serat dan bahan dasar yang sering disebut matriks (Reddy, 2004: 81).

Komposit banyak dikembangkan karena memiliki sifat yang diinginkan, tidak dapat berdiri sendiri dan harus digabungkan dengan material lain. Penggabungan material bertujuan untuk memperbaiki kelemahan yang ada pada material komposit dan menemukan material baru yang mempunyai sifat yang lebih baik daripada material komposit sendiri. Sifat yang dapat diperbaiki adalah kekuatan, kekakuan, ketahanan *bending*, berat jenis, pengaruh pada temperatur, dan lain-lain.

Komposit terdiri dari dua atau lebih komponen yang menyatu menjadi satu bahan. Termasuk dalam kelompok ini bahan yang diberi lapisan, bahan yang diperkuat dengan kombinasi lain yang memanfaatkan sifat khusus beberapa bahan yang ada. Biasanya sifat bahan yang menyatu dalam komposit dapat dievaluasi

dan diuji. Hal ini mengarah ke penyusunan kaidah pencampuran sehingga sifat komposit dapat dihitung berdasarkan sifat komponennya (Van Vlack,1992: 589)

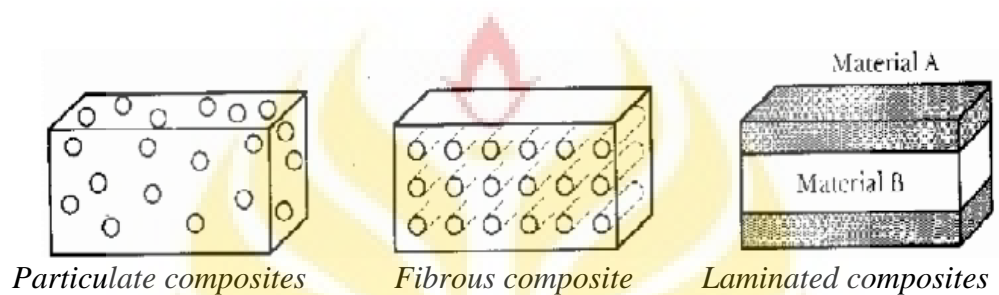
Secara umum komposit tersusun atas:

- a. Komposit penguat, yaitu serat dan partikel yang merupakan struktur intrernal.
- b. Komponen pengikat, yaitu perekat yang berguna mengikat serat, melindungi serat dari kerusakan luar dan meneruskan beban yang akan diteruskan pada serat.
- c. Komponen tambahan, yaitu bahan tambah (*addictive*) yang dicampur dengan perekat saat pembuatan komposit.

Bahan komposit umumnya terbentuk dalam tiga jenis berdasarkan matrik dan penguatnya:

- (1) *Fibrous composite*(komposit yang diperkuat serat), yang terdiri dari satu macam lapisan yang diperkuat dengan serat. Serat biasanya disusun secara acak ataupun dalam bentuk anyaman.
- (2) *Particulate composites*(komposit yang berbentuk partikel), yang terdiri dari partikel dari satu bahan dalam ukuran makro, atau serbuk sebagai bahan penguatnya yang direkatkan secara merata.
- (3) *Laminated composites*(komposit yang berbentuk lapisan), yang terbuat dari lapisan bahan yang berbeda, termasuk gabungan dari dua bahan. Biasanya penggabungan dari material sendiri, dalam hal ini adalah serat.

Partikel dan matriks dalam komposit dapat berupa logam atau non logam. Dengan demikian, terdapat empat kemungkinan material yang sering dikombinasi yaitu: material logam dengan non logam, material non logam dengan logam, material non logam dengan non logam, dan material logam dengan logam (Reddy, 2004: 81).



Gambar 2.1 Ilustrasi Komposit Berdasarkan Penguatnya

## 2. Klasifikasi Komposit

Berdasarkan matriknya, komposit dapat diklasifikasikan kedalam tiga kelompok besar yaitu komposit matrik logam, komposit matrik polimer, komposit matrik keramik.

- a) Komposit matrik logam. Bahan logam dibedakan menjadi dua yaitu logam *ferro* dan logam *non ferro*. Bahan logam paling banyak dipakai sebagai bahan industri dikarenakan bahan tersebut mempunyai sifat dari yang paling lunak dan mudah dibuat sampai yang paling keras dan sukar dibuat. Bahan logam pada umumnya memiliki kelebihan kekuatan yang tinggi, jika kekuatannya ditingkatkan maka keuletannya menurun.

Kekuatan yang berlebihan menyebabkan kerusakan pada struktur logam itu sendiri.

- b) Komposit matrik polimer. Polimer yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah plastik, serat, dan film yang mempunyai berat molekul diatas 10.000. Polimer memiliki struktur dan sifat-sifat yang rumit karena disebabkan oleh jumlah atom pembentuk yang lebih besar dibandingkan dengan senyawa atomnya. Polimer memiliki kelebihan diantaranya mampu cetak yang baik, pembuatan produk yang ringan dan kuat, memiliki ketahanan air dan zat kimia, sedangkan kelemahan dari polimer adalah kurang tahan terhadap panas, kekerasan permukaan yang sangat kurang, kurang tahan terhadap pelarut, dan lain-lain. Hampir semua bahan polimer mulai menggunakan resin *termoset* antara lain *polyester*, *epoxy*, dan *fenol* sampai resin *termoplastik* yaitu poliamid dan polikarbonat (Surdia dan Saito, 1999: 280). Karena memiliki sifat yang lebih baik dari kekuatan per massa jenis dan modulus elastisannya, maka produksinya meningkat pesat yang dipergunakan sebagai bahan untuk pembuatan pesawat terbang, mobil, dan masih banyak lagi. Bahan komposit sangat diperlukan pada industri otomotif dikarenakan bahan memiliki sifat ringan, kuat, elastis, dan kekuatan tariknya tinggi (Surdia dan Saito, 1999: 281).
- c) Komposit matrik keramik. Keramik telah lama digunakan untuk bahan konstruksi bangunan. Bidang penggunaan yang baru pada keramik telah dikembangkan pada bidang konstruksi, sebagaimana telah terlihat dalam

studi yang luas mengenai Karbida Silikon (SiC) dan Nitrida Silikon ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) sebagai bahan untuk turbin dan motor yang sangat efisien. Pada umumnya keramik memiliki sifat-sifat yang baik yaitu keras, kuat, dan stabil pada temperatur tinggi, akan tetapi keramik bersifat getas dan mudah patah.

### 3. Tipe Komposit Serat

Untuk memperoleh komposit yang kuat harus dapat menempatkan serat dengan benar. Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit, yaitu

a) *Continuous Fiber Composite*

*Continuous* atau *uni-directional* mempunyai susunan serat yang panjang, lurus, dan membentuk lamina diantara matriknya. Jenis susunan ini paling sering digunakan. Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriknya.

b) *Woven Fiber Composite (Bi-directional)*

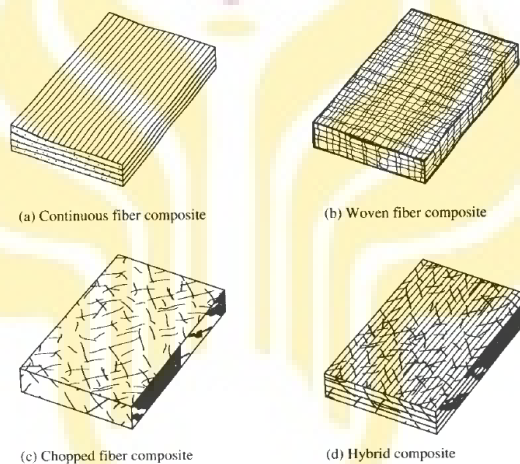
Susunan secara (*Bi-directional*) atau berbentuk anyaman tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan dikarenakan susunan seratnya mengikat antar lapisan. Hal ini akan mempengaruhi kekuatan antar lapisan.

c) *Chopped fiber composite*

*Chopped fiber composite* adalah susunan serat yang pendek dan penempatan seratnya secara acak. Hal ini mengakibatkan kekuatan dan kekakuan serat akan melemah.

d) *Hybrid fiber composite*

*Hybrid fiber composite* adalah penggabungan dari beberapa jenis serat.



Gambar 2.2 Susunan Serat (Reddy, 2004: 83)

#### 4. *Fiber Reinforced Composite*

Komposit dengan penguatan serat adalah jenis komposit yang sering dipakai dan diaplikasikan. Hal ini karena komposit memiliki kekuatan tarik dan kekakuan yang tinggi. Kelemahan jenis komposit ini adalah struktur serat tersebut memiliki kekuatan tekan dan tarik dengan arah melintang serat dengan kekuatan kurang baik. Material komposit akan sering mengikat bila memiliki sebuah sistem yang mempersatukan material-material penunjang yang dapat merubah sifat menjadi baru. Komposit serat dapat dibedakan berdasarkan jenis dan orientasi

seratnya, yaitu komposit serat searah (*continous fiber composite*), serat anyaman (*woven fiber composite*), serat acak (*choppedfiber composite*), dan penggabungan beberapa jenis serat (*hybridfiber composite*).

Secara umum komposit dengan penguat serat tersusun dari dua material utama yaitu matrik dan serat. Antara kedua unsur material tersebut tidak terjadi reaksi kimia dan tidak larut satu sama lain, melainkan hanya ikatan antar muka diantara keduanya. Serat yang memiliki kekuatan yang lebih tinggi berperan sebagai komponen penguat. Matrik yang bersifat lemah dan liat bekerja sebagai pengikat dan memberikan bentuk pada struktur komposit.

Penggabungan serat sangat beragam, serat ada yang diatur memanjang (*unidirectional composite*), ada yang dipotong-potong kemudian dicampur secara acak (*random fibers*), ada yang dianyam silang kemudian dicelupkan dalam resin (*crossply laminae*), dan lain-lain. Komposit serat merupakan jenis komposit yang paling banyak digunakan. Komposit jenis serat ini banyak digunakan dikarenakan komposit serat mempunyai kekuatan serat yang ulet dan matriknya lebih fleksibel.

## 5. Bilah Bambu

Serat pada dasarnya dibagi menjadi dua yaitu serat alami (*natural fiber*) dan serat buatan (*syntethic fiber*). Serat alam diantaranya kapas, sutera, wol, rami, bambu, dan lain lain, sedangkan serat buatan adalah nylon, e-glass, dan lain lain. Bahan komposit yang diperkuat dengan serat merupakan bahan teknik yang banyak digunakan karena spesifikasi kekuatan dan kekakuan yang jauh diatas bahan teknik pada umumnya, sehingga sifatnya dapat didesain mendekati



kebutuhan. Kekakuan dan kekuatan dari komposit serat berasal dari serat yang kaku dan lebih kuat dari bahan yang sama dalam bentuk serat pendek. Serat pendek menunjukkan kekuatan dan kekakuan sifat yang lebih baik dari serat panjang. Serat pendek memiliki panjang sekitar 5 mikron sampai 0,005 inci dan memiliki diameter 10 sampai 100 kali panjang. Bahan matriks membuat serat menjadi lapisan yang baik dan melindungi serat dari korosi. Bahan matriks memiliki bentuk yang lebar sedangkan serat memiliki sifat terarah dan bergantung (Reddy, 2004: 81).

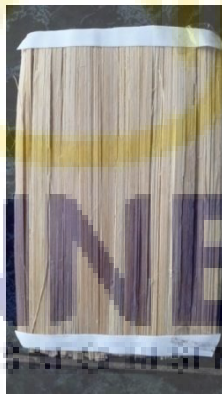
Di Indonesia terdapat lebih kurang 125 jenis bambu. Ada yang masih tumbuh liar dan belum jelas kegunaannya. Salah satu jenis bambu yang banyak tersebar di wilayah Indonesia adalah bambu betung. Bambu betung (*dendrocalammus*) memiliki sifat yang keras dan baik untuk bahan bangunan karena seratnya besar-besar dan ruasnya panjang. Jenis bambu ini mempunyai rumpun yang sedikit rapat. Warna batang hijau kekuning-kuningan. Ukurannya lebih besar dan lebih tinggi dari pada jenis bambu lain. Jenis bambu ini mempunyai pertumbuhan yang cepat, mudah diperbanyak, dan dapat tumbuh baik ditempat yang cukup kering. Tanaman ini dapat ditemui di dataran rendah sampai ketinggian 2.000 m diatas permukaan laut.

Tabel 2.1 Kekuatan Mekanis Bilah Bambu

<i>Properties</i>	<i>Bamboo (Across the Fiber)</i>	<i>Bamboo (Along the Fiber)</i>
<i>Density (g/cm<sup>3</sup>)</i>	0,8	0,8
<i>Tensile Strength (N/mm<sup>2</sup>)</i>	8,6	200,5
<i>Initial Tensile Modulus (N/mm<sup>2</sup>)</i>	-	24,5
<i>Flexural Strength (N/mm<sup>2</sup>)</i>	9,4	230,9
<i>Impact Strength (N/mm<sup>2</sup>)</i>	3,02	63,54

Sumber: (Moriscow, 1999)

Bambu memiliki kekuatan tarik hingga mencapai  $200,5 \text{ N/mm}^2$  dan mempunyai kekuatan *impact* hingga mencapai  $63,4 \text{ N/mm}^2$ . Bamboo memiliki densitas  $0,8 \text{ g/cm}^3$  dan memiliki kekuatan mulur hingga mencapai  $230,9 \text{ N/m}^2$ . Bamboo betung adalah bamboo yang kuat, tingginya bisa mencapai 20-30 m dan diameter batang 8-20 cm. Ruas bamboo betung cukup panjang dan tebal, panjangnya antara 40-60 cm dan ketebalan dindingnya 1-1,5 cm. Bamboo betung bisa dipanen pada umur 3-4 tahun dengan produksi sekitar 8 ton/ha. Kerapatan serat bamboo betung adalah  $0,8 \text{ g/cm}^3$ . Bamboo betung memiliki pertumbuhan tunas baru dan pertumbuhan akar serta tajuk relative lebih cepat pada penanaman horizontal. Namun demikian pertumbuhan akar dan tajuk dari penanaman vertikal jauh lebih baik dari penanaman horizontal.



Gambar 2.3 Bilah Bamboo

## 6. Matrik

Matrik merupakan material penyusun didalam suatu komposit selain serat. Dalam hal ini, matrik memiliki peranan sebagai material pengikat dari serat. Peranan matrik selain pengikat serat, matrik juga dapat dijadikan sebagai penerus tegangan pada serat, menjaga posisi serat, menjadi pelindung serat dari kerusakan

eksternal, serta meningkatkan sifat mekanik seperti kekuatan *impact*, ketangguhan, dan daya hantar listrik (Gibson, 1994: 11). Kekuatan *impact* matrik polyester sebesar  $0,025 \text{ J/mm}^2$ .

## 7. Perlakuan Alkali

NaOH merupakan larutan basa yang mudah larut dalam air dan termasuk basa kuat yang dapat terionisasi dengan sempurna. Menurut teori Arrhenius, basa adalah zat yang dalam air menghasilkan ion  $\text{OH}^-$  dan ion positif. Penggunaan alkali (NaOH) pada perlakuan serat adalah untuk mengurangi kandungan air yang ada pada serat alam. Serat alam mempunyai sifat kecenderungan dekat dengan air (*hidrophilic*), sedangkan resin polimer mempunyai sifat *hidrophobic*, yaitu sukar bercampur dengan air. Perlakuan alkali pada serat dapat mereduksi kandungan air dalam serat secara optimal. Setelah serat direndam dalam larutan alkali dan dikeringkan, perubahan pada serat dapat dirasakan dengan tangan. Permukaan serat akan terasa kasar, kering, dan akan meningkatkan kompatibilitasnya dengan resin. Presentase alkali (NaOH) yang dilarutkan sebanyak 5% dari berat pelarut.

## 8. Unsaturated Polyester Resin (UPRs)

Unsaturated Polyester Resin merupakan jenis resin *termosetting*, dalam kebanyakan hal, resin ini sering disebut *polyester*. *Polyester* berupa resin cair yang memiliki viskositas relatif rendah. Resin ini memiliki sifat mengeras pada suhu kamar dengan menggunakan katalis tanpa menghasilkan gas pada waktu penyetingan awal. Sifat dari resin *polyester* sendiri adalah kaku dan rapuh.

Sifat termal dari resin *polyester* sendiri memiliki suhu yang lebih rendah dibandingkan resin yang lainnya karena memiliki banyak monomer stiren dan memiliki ketahanan panas kira-kira 110° sampai 140° C. *Polyester* juga memiliki ketahanan dingin dan sifat penghantar listrik yang baik dibandingkan resin lainnya. Mengenai ketahanan kimianya, pada umumnya sangat kuat terhadap asam kecuali asam pengoksid, akan tetapi sangat lemah terhadap alkali. Bila dimasukkan dalam air mendidih untuk waktu yang lama (300 jam), bahan akan pecah atau retak.

Resin ini memiliki kemampuan tahan retakan yang baik dan penyusutan yang relatif rendah pada saat pengeringan. Resin ini juga memiliki ketahanan terhadap cuaca yang baik, tahan terhadap kelembaban, dan sinar ultraviolet bila dibiarkan diluar, akan tetapi cahaya matahari dapat menyebabkan permukaan menjadi rusak dalam jangka waktu beberapa tahun. Resin ini digunakan pada konstruksi sebagai bahan pembentuk komposit. Suhu optimal resin ini adalah 80-130° C.

Tabel 2.2 Spesifikasi *Unsaturated Polyester Resin Yukalac 157 BQTN*

Item	Satuan	Nilai	Catatan
Berat Jenis	g/cm <sup>3</sup>	1,215	25°C
Suhu distorsi panas	°C	70	
Penyerapan air	%	0,188	1 Hari
Suhu ruangan	%	0,446	7 Hari
Kekuatan fleksural	Kg/mm <sup>2</sup>	9,4	
Modulus fleksural	Kg/mm <sup>2</sup>	300	
Daya rentang	Kg/mm <sup>2</sup>	5,5	
Modulus rentang	Kg/mm <sup>2</sup>	300	
Elongasi	%	1,6	

Sumber:(PT Justus Kimiaraya)

## 9. Katalis

Katalis yang digunakan dalam pembuatan komposit adalah *Metil Etyl Katon Peroksida* (MEKPO). Katalis memiliki fungsi sebagai pemercepat proses pengeringan pada proses pembuatan komposit, semakin banyak katalis yang ditambahkan pada proses pembuatan komposit maka semakin cepat pula proses pengeringannya, akan tetapi penambahan katalis yang terlalu banyak pada komposit menyebabkan komposit bersifat getas. Pemakaian katalis sebaiknya diatur sesuai dengan kebutuhannya. Komposit selain ditambah katalis untuk pemercepat pengeringan juga bisa ditambahkan kobal *naftenat* (Surdia dan Saito, 1999: 257).

## 10. Fraksi Volume

Salah satu faktor yang sangat penting dalam menentukan karakteristik mekanik dari bahan komposit adalah prosentase antara matrik dengan serat. Presentase antara matrik dengan serat sering disebut fraksi volume. Fraksi berat lebih mudah dihitung saat kita membuat komposit, karena material penyusun dapat langsung diketahui beratnya dengan cara ditimbang. Berbeda dengan fraksi volume, dikarenakan harus mencari volumenya terlebih dahulu kemudian dikonversi ke fraksi berat.

Untuk mencari fraksi volume serat, menggunakan rumus:

$$V_f = \frac{V_f}{V_c} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana:  $V_f$  = Fraksi volume serat (%)

$v_f$  = Volume serat

$v_c$  = Volume komposit

Untuk mencari fraksi volume matrik menggunakan rumus:

$$V_m = \frac{v_m}{v_c} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana:  $v_m$  = Volume matrik

sehingga,

$$V_m = 1 - V_f \dots\dots\dots (2.3)$$

dan

$$v_c = v_f + v_m \dots\dots\dots (2.4)$$

Untuk mencari fraksi berat menggunakan rumus:

$$W_f = \frac{w_f}{w_c} \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana:  $W_f$  = Fraksi berat serat (%)

$w_f$  = berat serat

$w_c$  = berat komposit

Untuk fraksi berat matrik:

$$W_m = \frac{w_m}{w_c} \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana:  $w_m$  = berat matrik

sehingga,

$$W_m = 1 - W_f \dots\dots\dots (2.7)$$

Hubungan antara fraksi volume dan fraksi berat

Untuk mencari volume bahan penyusun dan komposisinya, diperlukan densitas (*density*) dari masing-masing material. Densitas dilambangkan dengan  $\rho$  atau berat jenis. Hubungan antara berat dan volume dapat dilihat dari persamaan berikut:

$$w_c = \rho_c \cdot V_c \qquad w_f = \rho_f \cdot V_f \qquad w_m = \rho_m \cdot V_m$$

total berat dari bahan komposit adalah:

$$w_c = w_f + w_m$$

atau

$$\rho_c \cdot V_c = \rho_f \cdot V_f + \rho_m \cdot V_m$$

*density* dari bahan komposit dapat ditulis sebagai fungsi dari fraksi volume seperti di bawah ini:

$$\rho_c = \rho_f \cdot V_f + \rho_m \cdot V_m$$

atau

$$\rho_c = \rho_f \cdot V_f + \rho_m \cdot (1 - V_f) \dots \dots \dots (2.8)$$

sama dengan yang di atas, volume total komposit:

$$V_c = V_f + V_m$$

Hasil yang didapat:

$$\frac{w_c}{\rho_c} = \frac{w_f}{\rho_f} + \frac{w_m}{\rho_m} \dots \dots \dots (2.9)$$

Hubungan antara fraksi volume dan fraksi berat sekarang sudah dapat dilihat dengan persamaan:

$$W_f = \frac{w_f \rho_f \cdot V_f \rho_f}{w_c \rho_c \cdot V_c \rho_c} \cdot V_f \dots \dots \dots (2.10)$$

Untuk mencari fraksi berat:

$$W_f = \frac{\rho_f}{\rho_c} \cdot V_f \dots \dots \dots (2.11)$$

dan

$$W_m = \frac{\rho_m}{\rho_c} \cdot V_m \dots \dots \dots (2.12)$$

Untuk mencari fraksi volume:

$$V_f = \frac{\rho_c}{\rho_f} \cdot W_f \dots \dots \dots (2.13)$$

dan

$$V_m = \frac{\rho_c}{\rho_m} \cdot W_m \dots \dots \dots (2.14)$$

## 11. Kekuatan *Impact*

Pengujian *impact* adalah suatu pengujian yang digunakan untuk menentukan sifat-sifat suatu material yang mendapatkan beban kejut, sehingga dari pengujian ini dapat diketahui sifat ketangguhan suatu material baik dalam wujud liat maupun ulet serta getas. Material yang mempunyai nilai atau harga *impact* yang tinggi maka material tersebut memiliki keuletan yang tinggi pula.

Pengujian *impact* bertujuan untuk mengetahui nilai keuletan material terhadap beban kejut, mengetahui pengaruh takikan terhadap ketegaran bahan, serta membedakan jenis patahan terhadap beban kejut. Material dikatakan ulet jika patahan yang terjadi pada bidang patah tidak rata dan tampak berserat-serat dan



memiliki nilai *impact* yang tinggi, selain itu patah ulet juga ditandai oleh permukaan patahan yang berserabut yaitu karena adanya deformasi plastis pada bagian yang patah.

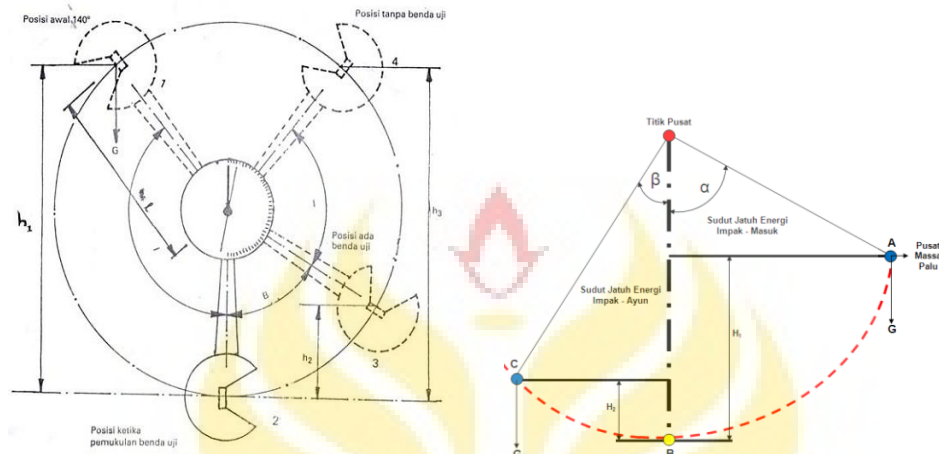
Material dikatakan getas apabila nilai *impact* nya rendah, selain itu permukaan material yang mengalami patah getas tampak lebih mengkilap karena patahnya dipengaruhi oleh butir-butir kristal. Material ulet ternyata dapat mengalami patah getas dengan deformasi plastis yang sangat kecil. Fenomena ini dapat terjadi apabila adanya takikan, kecepatan regangan tinggi yang menyebabkan regangan yang tinggi pula, dan temperatur yang sangat rendah. Temperatur dapat mempengaruhi material uji, maka dalam melakukan pengujian sebaiknya dilakukan pada suhu 20° hingga 22°. Ada dua jenis batang uji standart yang digunakan yaitu takikan berbentuk V dan U. Dalam pengujian ini menggunakan takikan berbentuk V dikarenakan dapat melokalisir energi patahan.

#### 1. Metode *Charpy*

Alat uji *impact* merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur keuletan bahan atau kegetasan bahan terhadap beban tiba-tiba. Pengujian *impact* dengan menggunakan metode *charpy* terdapat beberapa bagian yang penting yaitu: pendulum (godam), lengan pengayun, poros pengayun, bearing, pisau pemukul, badan alat uji *impact* dan tempat benda uji, dimana kesemua bagian tersebut disusun dan dirangkai menjadi satu kesatuan sehingga membentuk suatu alat uji *impact*.

Pengujian kegetasan bahan dengan menggunakan metode *charpy*, pendulum diarahkan pada bagian belakang takik dari batang uji, sedangkan pada

pengujian *impact* dengan menggunakan metode *izod* adalah pukulan pendulum diarahkan pada jarak 22 mm dari penjepit dan takikannya menghadap pendulum.



Gambar 2.4. Prinsip Pengukuran Pengujian *Impact*

Pengujian *impact* berdasarkan prinsip hukum kekekalan energi yang menyatakan bahwa jumlah energi mekanik konstan. Maksud utama pengujian *impact* adalah untuk mengukur kegetasan bahan atau keuletan bahan terhadap beban tiba-tiba dengan cara mengukur perubahan energi potensial sebuah palu godam yang dijatuhkan pada ketinggian tertentu. Perbedaan tinggi ayunan palu godam merupakan ukuran energi yang diserap oleh benda uji. Besar energi yang diserap tergantung pada keuletan bahan uji dan dinyatakan dalam Joule. Besarnya tenaga untuk mematahkan benda uji dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$E_{\text{serap}} = E_{p1} - E_{p2} \dots \dots \dots (2.15)$$

$$= m \cdot g \cdot h_1 - m \cdot g \cdot h_2 \dots \dots \dots (2.16)$$

$$= m \cdot g (R - R \cos \alpha) - m \cdot g (R - R \cos \beta) \dots \dots \dots (2.17)$$

$$= m \cdot g \cdot R (\cos \beta - \cos \alpha) \dots \dots \dots (2.18)$$

Keterangan:

$E_{\text{serap}}$  = Energi yang diserap spesimen uji (J)

$m$  = Massa pendulum (Kg)

$g$  = Percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

$G$  = Berat pendulum (N)

$R$  = Jarak titik putar ke titik berat pendulum (m)

$h_1$  = Tinggi jatuh pendulum (m)

$h_2$  = Tinggi ayunan pendulum (m)

$\alpha$  = Sudut jatuh ( $^\circ$ )

$\beta$  = Sudut ayun ( $^\circ$ )

Besarnya kekuatan *impact* dapat dihitung setelah mendapatkan energi serap. Harga *impact* dapat dihitung dengan:

$$HI = \frac{E_{\text{serap}}}{A_0} \dots\dots\dots(2.19)$$

## 12. Foto Makro

Struktur makro adalah ciri bahan yang dapat dilihat mata, meskipun dalam praktek kerap kali dilakukan pembesaran hingga sepuluh kali. Tujuan utama pemeriksaan makro adalah untuk mengetahui rongga (*void*) dan struktur serat. Rongga dan struktur serat mempunyai pengaruh yang besar terhadap sifat mekanik bahan atau benda. Penyebab terjadinya rongga (*void*) adalah adanya gelembung udara yang masuk kedalam cetakan sehingga udara tidak dapat keluar sebelum terjadi pengerasan. Ketika menuang matrik ke dalam cetakan yang harus

diperhatikan adalah kerataan cetakan dan celah diantara satu serat dengan serat yang lain sehingga tidak memungkinkan gelembung udara dapat masuk ke dalam cetakan.

Patahan yang disebabkan oleh *fiber pull out* terjadi karena tercabutnya serat dari matrik akibat adanya beban kejut, kemampuan untuk menahan beban akan segera berkurang namun komposit masih mampu menahan beban walaupun beban yang mampu ditahan lebih kecil dari beban maksimum. Pada saat matrik retak, beban akan ditransfer dari matrik ke serat ditempat persinggungan retak, selanjutnya kemampuan untuk mendukung beban berasal dari serat. Seiring dengan bertambahnya deformasi, serat akan tercabut dari matrik (akibat *debonding* dan patahnya serat).



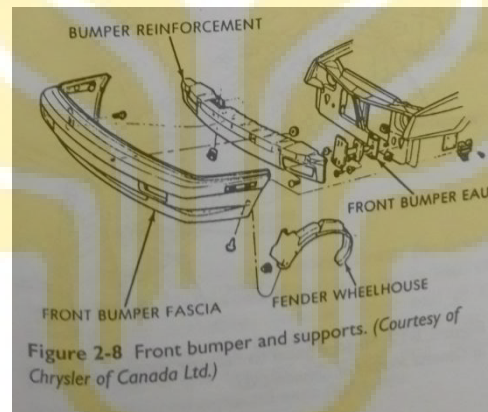
Gambar 2.5 *Fiber Pull Out*

### 13. *Bumper* Mobil

*Bumper* depan dan belakang berfungsi sebagai pelindung mobil dari kecelakaan dan juga memperindah tampilan mobil. Produsen mobil sekarang menggunakan material logam sebagai penutup depan yang dibentuk dengan bentuk yang diinginkan. Bagian belakang kendaraan dirakit untuk menutupi bagian depan dan bagian belakang *bumper*. Penutup ini terbuat dari material

sintetis dan bahan karet seperti *urethane*. Kit dapat digunakan untuk menambal jika bagian *bumper* yang rusak tidak terlalu luas.

*Bumper* biasanya dilengkapi tempat sekrup, baut, atau bahkan paku keling yang terbuat dari plastik, aluminium, atau lembaran logam yang dicap, kemudian dirakit dan dilapisi krom untuk melindungi dari korosi. *Bumper* juga berfungsi sebagai penutup dari air, kotoran, debu, membuat pengemudi lebih nyaman, dan mengurangi dari bahaya. Kekuatan *impact bumper* mobil sendiri yaitu  $47 \text{ N/m}^2$ .



Gambar 2.6 *Bumper* Mobil

## B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian yang akan dilakukan merujuk pada penelitian sebelumnya, diantaranya adalah:

Seperti yang diungkapkan Yati Susannah dan Widayani, (2011: 286-289) dalam penelitiannya tentang pembuatan dan karakterisasi komposit menggunakan arang dan serat bambu apus dengan matriks *epoxy resin*. Penelitian tersebut melakukan variasi fraksi massa yang digunakan komposit untuk serat bambu apus

adalah 50%, 52,9%, 56,25%, dan 60% dengan melakukan uji tekan dan tarik.

Hasil penelitian pengujian tarik dan tekan menghasilkan:

Tabel 2.3 Hasil Pengujian Tekan Rerata Komposit Bambu Apus

Fraksi Massa (%)	E Rerata (MPa)	
	Tekan	Tarik
50	84,65	85,51
52,9	122,63	368,21
56,25	152,83	219,75
60	145,03	97,66

Berdasarkan data pada Tabel 2.3 diperoleh data modulus elastisitas maksimum untuk komposit dengan fraksi massa arang 56,25% yaitu 152,83 MPa, dan minimum pada fraksi massa 50% yaitu 84,65 MPa. Modulus elastisitas tarik minimum pada fraksi massa 60% yaitu 97,66 MPa dan maksimum pada fraksi massa 52,9% yaitu 368,21 MPa. Kesimpulannya adalah komposit serat bambu apus memiliki modulus elastisitas rata-rata uji tekan tertinggi pada fraksi volume 56,25% sebesar 152,83 MPa dan uji tarik tertinggi pada fraksi volume 52,29% sebesar 368,21 MPa.

Lukmanul Hakim Arma, (2011, 1-12) dalam penelitiannya tentang analisis perilaku mekanik komposit laminat serat bambu dengan metode makromekanik. Metode yang digunakan adalah Analisis Makro Mekanik dengan *classical laminate theory* menghasilkan nilai-nilai tegangan pada setiap lamina orientasi  $0^\circ$  dan  $30^\circ$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit lamina 0/30/0 mendistribusikan tegangan paling besar dibandingkan komposit lamina 30/0/30. Demikian pula lamina dengan orientasi serat  $0^\circ$  mendistribusikan tegangan lebih besar dibanding lamina dengan orientasi serat  $30^\circ$ . Perbandingan

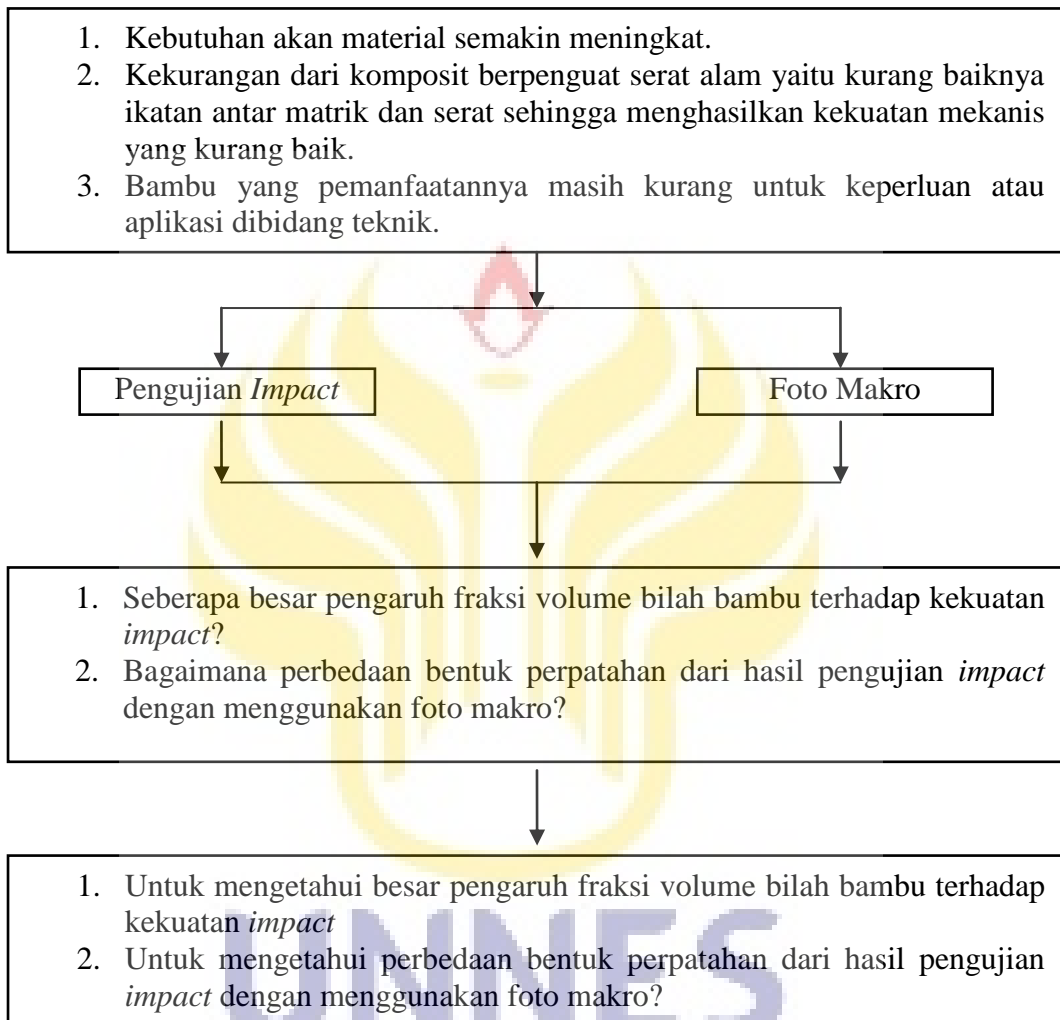
distribusi tegangan pada lamina 0/30/0 dan 30/0/30 pada regangan yang sama yakni 0.05. Komposit lamina 0/30/0 yang mendapat tegangan tarik sebesar 19,68 MPa, lamina  $0^\circ$  mendistribusikan 6,72 MPa sedangkan lamina  $30^\circ$  mendistribusikan tegangan 6,42 MPa. Kesimpulannya adalah komposit lamina 0/30/0 memiliki kekuatan tarik dan modulus elastisitas lebih tinggi dibandingkan dengan komposit lamina 30/0/30. Analisis CLT (*Classical Laminate Theory*) menunjukkan bahwa regangan 0,05 dan tegangan tarik 19,68 MPa, lamina  $0^\circ$  mendistribusikan 6,72 MPa,  $30^\circ$  mendistribusikan 6,42 MPa.

### C. Kerangka Berfikir

Salah satu bahan penyusun komposit adalah serat. Serat pada bahan komposit berperan sebagai bahan utama yang menahan beban dan gaya dari luar, sehingga besar kecilnya kekuatan beban komposit sangat tergantung dengan kekuatan bahan pembentuknya. Orientasi dan kandungan serat akan menentukan kekuatan mekanis dari komposit itu sendiri.

Pada penelitian ini, bahan penyusun dalam pembentukan material komposit menggunakan resin *polyester* dan bilah bambu. Serat alami (*natural fiber*) yang digunakan adalah bambu. Perbandingan fraksi volume antara matrik dengan serat adalah 30%, 40%, dan 50%. Dalam penelitian ini yang menjadi variasi adalah perbandingan fraksi volume antara matrik *polyester* dengan bilah bambu.

Berdasarkan uraian diatas maka kerangka berfikir dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.7 Kerangka Berfikir

#### D. Hipotesis

1. Dengan adanya penambahan fraksi volume bilah akan meningkatkan kekuatan *impact*.
2. Terjadi ikatan antara bilah bambu dan *polyester* seiring dengan peningkatan fraksi volume matrik yang akan dianalisis menggunakan foto makro.



## BAB V

### PENUTUP

#### A. KESIMPULAN

Dari analisa data dan hasil perhitungan yang diperoleh dari pengujian *impact* komposit bilah bambu/*polyester* dengan variasi fraksi volume bilah 30%, 40%, dan 50% dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Ada pengaruh variasi fraksi volume bilah bambu terhadap kekuatan *impact* komposit bilah bambu/*polyester*. Kekuatan *impact* rata-rata paling tinggi adalah pada fraksi volume bilah 50% sebesar 0,119 J/mm<sup>2</sup> dan energi serap rata-ratanya yang paling tinggi terdapat pada fraksi volume bilah 50% sebesar 3,96 Joule.
2. Perbedaan bentuk perpatahan komposit bilah bambu karena adanya *fiber pull out* sebesar 40% yang mengakibatkan *debounding* sebesar 60% atau tercabutnyabilah dari matrik.

#### B. SARAN

1. Bagi mahasiswa yang akan melakukan penelitian tentang komposit sebaiknya penataan bilah dapat ditambah dengan sudut 30°, 45°, 60°, dan 90°.
2. Bagi mahasiswa yang akan melakukan penelitian tentang komposit sebaiknya menambahkan variabel terikat atau pengujian yang lainnya seperti pengujian tarik, kekerasan, dan tekan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arma, Lukmanul Hakim. 2011. Analisis Perilaku Mekanik komposit Laminat Serat Bambu dengan Metode Makromekanik. Journal: Prosiding Vol. 5 Hal. 1-12 Desember 2011.
- Friedrich, Klaus. 2005. *Polymer Composite From Nano-to Macro-Scale*. New York: Springer
- Gibson, Ronald F. 1994. *Principles Of Composite Material Mechanics*. Amerika: Mc-Graw-Hill.
- Hull, D dan Clyne, T.W. 1996. *An Introduction to Composite Materials*. Second Edition. Cambridge: University of Cambridge
- Jones, Robert M. 1999. *Mechanics Of Composite Materials*. Second Edition. Amerika: Taylor and Francis
- Reddy, Junuthula Narasimha. 2004. *Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells Theory and Analysis*. Second Edition. Florida: CRC Press LLC.
- Sugiyono. 2014. *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Summerscales, John. 1998. *Microstructural Characterisation of Fibre-Reinforced Composite*. England: Woodhead Publishing Limited.
- Surdia, Tata dan Saito. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Cetakan keempat. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Susanah, Yati dan Widayani. 2011. Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Menggunakan Arang dan Serat Bambu Apus dengan Matrik Epoxy Resin. Journal: Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains. Hal. 286-289. 22-23 Juni 2011
- Vlack, Lawrence H. Van. 1985. *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)*. Edisi kelima. Inggris: Addison-Wesley Publishing Company.
- Zimmermann et al. 2004. *Cellulose Fibrils for Polymer Reinforcement*. Article in *Advanced Engineering Materials*. September 2004