



**PENGARUH *SILANE TREATMENT* DAN FRAKSI  
VOLUME SERAT TERHADAP KEKUATAN *IMPACT*  
KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA-*POLYESTER***

**SKRIPSI**

**Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

**UNNES**  
oleh  
**Sulton Abid Taufik**  
UNIVERSITAS 5201412042 SEMARANG

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2017**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Pengaruh *Silane Treatment* dan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan *Impact* Komposit Serat Sabut Kelapa-*Polyester*” telah dipertahan di depan sidang. Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 22 Desember 2016.

Oleh

Nama : Sulton Abid Taufik  
NIM : 5201412042  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin, S1

Panitia

Ketua Panitia

Rusiyanto, S.Pd., M.T.  
NIP. 197403211999031002

Sekretaris

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

Penguji Utama

Rusiyanto, S.Pd., M.T.  
NIP. 197403211999031002

Pembimbing I

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

Pembimbing II

Drs. Sunyoto, M.Si.  
NIP. 196511051991021001

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik UNNES



Dr. Nur Qadus, M.T.  
NIP. 196511051994031001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini


Nama Mahasiswa : Sulton Abid Taufik  
NIM : 5201412042  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin, S1  
Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh *Silane Treatment* dan Fraksi Volume Serat terhadap Kekuatan *Impact* Komposit Serat Sabut Kelapa-*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, 12 Januari 2017

Yang membuat pernyataan



Sulton Abid Taufik  
NIM 5201412042

## ABSTRAK

**Taufik, Abid, Sulton, 2016.** Judul Pengaruh *Silane Treatment* dan Fraksi Volume Serat terhadap Kekuatan *Impact* Komposit Serat Sabut Kelapa-*Polyester*. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Rahmat Doni Widodo dan Sunyoto.

Kata Kunci: *silane treatment*, fraksi volume serat, kekuatan *impact*

Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh *silane treatment* dan fraksi volume serat terhadap kekuatan *impact* komposit serat sabut kelapa bermatrik *polyester*.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian 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. Bahan penelitian adalah serat sabut kelapa sebagai penguat komposit, *polyester* jenis Yukalac 157 BQTN-EX sebagai matrik, dicampur 1% hardener jenis MEKPO (*Methyl Ethyl Ketone Peroxide*) dan *silane coupling agent* dengan kadar 3% sebagai perlakuan serat. Komposit dibuat dengan cara *press hand lay-up*.

Hasil penelitian yang didapatkan rata-rata kekuatan *impact* berdasarkan *silane treatment* adalah 0,0962 J/mm<sup>2</sup> dengan waktu lama perendaman 30 menit, 0,1086 J/mm<sup>2</sup> dengan waktu lama perendaman 60 menit dan 0,1115 J/mm<sup>2</sup> dengan lama perendaman 90 menit. Rata-rata kekuatan *impact* adalah 0,0982 J/mm<sup>2</sup> dengan fraksi volume serat 30%, 0,1039 J/mm<sup>2</sup> dengan fraksi volume serat 35% dan berdasarkan fraksi volume serat sebesar 0,1140 J/mm<sup>2</sup> dengan fraksi volume serat 40%. Semakin lama perendaman menggunakan larutan *silane* dan bertambahnya fraksi volume serat, maka semakin besar kekuatan *impact* yang dihasilkan. Rata-rata kekuatan *impact* tertinggi berdasarkan *silane treatment* adalah 0,1115 J/mm<sup>2</sup> dengan lama perendaman 90 menit dan rata-rata kekuatan *impact* tertinggi berdasarkan fraksi volume serat adalah 0,1140 J/mm<sup>2</sup> dengan fraksi volume serat 40%.

Saran pada penelitian selanjutnya perlu dilakukannya variasi lama perendaman dengan waktu yang lebih lama guna untuk mengetahui batas maksimum diwaktu berapakah hasil terbaik perlakuan *silane* yang dapat menghasilkan kekuatan *impact* tertinggi. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukannya variasi fraksi volume serat yang lebih banyak persentase penggunaan seratnya guna untuk mengetahui batas maksimum difraksi volume serat berapakah yang dapat menghasilkan kekuatan *impact* tertinggi.

## MOTTO DAN UCAPAN TERIMA KASIH

### MOTTO

1. The important thing in life is not the triumph but the struggle.
2. It ain't what you don't know that gets you into trouble, it's what you know for sure that just ain't so.
3. Kita tidak dapat mengubah masa lalu, tapi kita hanya dapat belajar dari itu, kita dapat melakukan apapun yang kita pilih walaupun itu baik untuk diri kita maupun baik untuk orang lain.
4. Waktu memang bukanlah uang, waktu adalah banyak hal dari segala yang terpenting, tapi dia bukanlah uang, juga bukan musuh kita.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Skripsi ini disusun sebagai bukti cinta penulis kepada:

1. **Allah SWT**, atas rahmat dan hidayah-Mu yang telah memberikan kekuatan, kesabaran dan kecerdasan untuk menyelesaikan studiku dalam menuju masa depan.
2. **Kedua orang tua, Ibu Supi'ah dan Alm. bapak Mafruchin**, segenap keluarga, yang selalu memanjatkan doa, memberi semangat dan motivasi tanpa henti.
3. **Kakakku Sufiana Noor dan Sulton Chakim**, yang selalu memanjatkan doa dan memberi semangat, juga telah membiayai masa studiku sampai akhir.
4. **Teman-teman teknik mesin angkatan 2012 Universitas Negeri Semarang**, yang selalu saling menyemangati dikala susah maupun senang.

## PRAKATA

Peneliti bersyukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat, Hidayah serta Ridlho-Nya. Shalawat serta salam ditujukan kepada Nabi Muhammad SAW dan keluarganya serta seluruh sahabatnya. Berkat Rahmat dan KaruniaNya serta partisipasi dari berbagai pihak yang telah banyak membantu baik moril maupun materiil sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Pengaruh *Silane Treatment* dan Fraksi Volume Serat terhadap Kekuatan *Impact* Komposit Serat Sabut Kelapa-*Polyester*”**. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Rusiyanto, S.Pd., M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Rahmat Doni Widodo, S.T., M.T., dosen pembimbing pertama skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
4. Drs. Sunyoto, M.Si., dosen pembimbing kedua skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
5. Rusiyanto, S.Pd., M.T., dosen penguji skripsi yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Kedua orang tua yang selalu memberikan semangat, memanjatkan doa dan motivasi dalam penyusunan skripsi.

7. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Peneliti sudah berusaha semaksimal untuk menyempurnakan laporan skripsi ini, sehingga dimungkinkan masih adanya kekurangan dalam penulisan laporan ini dengan senang hati peneliti menerima kritik dan saran guna menambah wawasan.

Demikian laporan skripsi yang dapat penulis susun semoga bermanfaat bagi pembaca dan pihak yang terkait, semoga Allah SWT memberikan pahala yang berlipat atas semua bantuan dan bimbingan. Amin.

Semarang, 12 Januari 2017



Sultan Abid Taufik  
NIM 5201412042

**UNNES**  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO DAN UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>v</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang Masalah .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Identifikasi Masalah .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 Penegasan Istilah .....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 Pembatasan Masalah .....</b>	<b>6</b>
<b>1.5 Rumusan Masalah .....</b>	<b>7</b>
<b>1.6 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>7</b>
<b>1.7 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>8</b>
<b>BAB II. KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Kajian Teori .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.1 Pengertian Komposit .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.2 Penyusun Komposit .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.3 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Bentuk Komponen                 Strukturalnya .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.4 Klasifikasi Serat Sebagai Penguat Pada Komposit .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.5 Klasifikasi Perlakuan Serat .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.6 Klasifikasi Bahan Matrik Pada Komposit .....</b>	<b>21</b>



2.1.7	Fraksi Volume Komposit .....	23
2.1.8	<i>Dashboard</i> Mobil.....	25
2.1.9	Pengujian <i>Impact</i> Komposit.....	27
2.1.10	Pola Patahan Pada Komposit Serat .....	31
2.2	Kajian Penelitian yang Relevan .....	32
2.3	Kerangka Pikir Penelitian .....	34
<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>		<b>37</b>
3.1	Jenis Penelitian.....	37
3.2	Variabel Penelitian .....	37
3.3	Alat dan Bahan .....	38
3.4	Diagram Alir Penelitian .....	46
3.5	Proses Penelitian .....	47
3.6	Teknik Pengumpulan Data .....	57
3.7	Teknik Analisis Data .....	58
3.8	Lembar Hasil Pengujian Penelitian .....	58
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN .....</b>		<b>63</b>
4.1	Hasil Penelitian .....	63
4.1.1	Hasil Uji <i>Impact</i> .....	63
4.1.2	Foto Makro Hasil Pengujian <i>Impact</i> .....	71
4.2	Pembahasan.....	74
4.2.1	Analisis Nilai Kekuatan Pengujian <i>Impact</i> .....	74
4.2.2	Analisis Foto Makro .....	77
<b>BAB V. PENUTUP.....</b>		<b>80</b>
5.1	Kesimpulan.....	80
5.2	Saran .....	81
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>82</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>		<b>85</b>

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol	Arti
$^{\circ}\text{C}$	Derajat Celcius
'	Menit
$^{\circ}$	Derajat
%	Persen
$v_f$	Volume serat ( $\text{cm}^3$ )
$V_f$	Fraksi volume serat (%)
$v_m$	Volume matrik ( $\text{cm}^3$ )
$V_m$	Fraksi volume matrik (%)
$v_c$	Volume komposit ( $\text{cm}^3$ )
$m_f$	Massa serat (gram)
$\rho_f$	Massa jenis serat ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
$m_m$	Massa matrik (gram)
$\rho_m$	Massa jenis matrik ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
$E_{\text{serap}}$	Energi yang diserap ( <i>Joule</i> )
R	Jari-jari pusat ke titik berat pembenturan (m)
G	Berat beban/pembentur (N)
M	Massa pembentur (kg)
g	Percepatan gravitasi ( $\text{m}/\text{s}^2$ )
$\beta$	Sudut ayunan mematahkan benda uji ( $^{\circ}$ )
$\alpha$	Sudut ayunan tanpa benda uji ( $^{\circ}$ )
$K_{\text{impact}}$	Kekuatan <i>Impact</i> ( $\text{J}/\text{mm}^2$ )
$E_{\text{serap}}$	Energi yang diserap ( <i>Joule</i> )
$A_o$	Luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

<b>Singkatan</b>	<b>Arti</b>
Kemenperin	Kementerian Perindustrian
LCGC	<i>Low Cost Green Car</i>
ABS	<i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>
MPa	Mega Pascal
GPa	Giga Pascal
MEKPO	<i>Methyl Ethyl Ketone Peroxide</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
UPR	<i>Unsaturated Polyester Resin</i>
NaOH	<i>Natrium Hidroksida</i>
$\text{g/cm}^3$	Gram per Centimeter Kubik
J	Joule
$\text{kJ/m}^2$	Kilo Joule per Meter Persegi
$\text{J/mm}^2$	Joule per Milimeter Persegi
$\text{Kg/mm}^2$	Kilogram per Milimeter Persegi
$\text{kN/mm}^2$	Kilo Newton per Milimeter Persegi
$\text{cm}^3$	Centimeter Kubik
$\text{mm}^2$	Milimeter Persegi
N	Newton
Kg	Kilogram
m	Meter
mm	Milimeter
mL	Mililiter



## DAFTAR TABEL

### Tabel

2.1	Sifat Mekanis <i>Fiber Glass</i> .....	17
2.2	Sifat Mekanis Beberapa Serat Alam .....	19
2.3	Spesifikasi Sifat Mekanis <i>Epoxy</i> .....	22
2.4	Spesifikasi <i>UPR Yukalac BQTN-EX 157</i> .....	23
2.5	Sifat Mekanis <i>ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)</i> .....	27
2.6	Hasil Uji Tarik Komposit Serat Purun Tikus .....	33
2.7	Hasil Uji <i>Bending</i> Komposit Serat Purun Tikus .....	34
3.1	Jumlah Spesimen Pengujian <i>Impact</i> .....	54
3.2	Data Hasil Pengecekan Fraksi Volume Serat Komposit Dengan Lama Perendaman 30 menit .....	55
3.3	Data Hasil Pengecekan Fraksi Volume Serat Komposit Dengan Lama Perendaman 60 menit .....	55
3.4	Data Hasil Pengecekan Fraksi Volume Serat Komposit Dengan Lama Perendaman 90 menit .....	55
3.5	Data Hasil Energi Serap <i>Impact</i> Keseluruhan.....	58
3.6	Hasil Rata-Rata Kekuatan <i>Impact</i> Keseluruhan.....	59
3.7	Data Hasil Rata-Rata Energi Serap <i>Impact</i> Berdasarkan Faktor Lama Perendaman Serat Dengan Larutan <i>Silane</i> .....	60
3.8	Data Hasil Rata-Rata Pengujian <i>Impact</i> Berdasarkan Lama Perendaman Serat Dengan Larutan <i>Silane</i> .....	61
3.9	Data Hasil Rata-Rata Energi Serap <i>Impact</i> Berdasarkan Faktor Fraksi Volume Serat.....	61
3.10	Data Hasil Rata-Rata Pengujian <i>Impact</i> Berdasarkan Variasi Fraksi Volume Serat.....	62
4.1	Data Hasil Rata-Rata Energi Serap <i>Impact</i> Berdasarkan Faktor Lama Perendaman Serat Dengan Larutan <i>Silane</i> .....	64
4.2	Data Hasil Rata-Rata Kekuatan <i>Impact</i> Berdasarkan Faktor Lama Perendaman Serat Dengan Larutan <i>Silane</i> .....	64

4.3	Data Hasil Rata-Rata Energi Serap <i>Impact</i> Berdasarkan Faktor Fraksi Volume Serat.....	66
4.4	Data Hasil Rata-Rata Kekuatan <i>Impact</i> Berdasarkan Faktor Fraksi Volume Serat.....	66
4.5	Data Hasil Rata-Rata Energi Serap <i>Impact</i> Keseluruhan.....	68
4.6	Data Hasil Rata-Rata Kekuatan <i>Impact</i> Keseluruhan .....	69



## DAFTAR GAMBAR

### Gambar

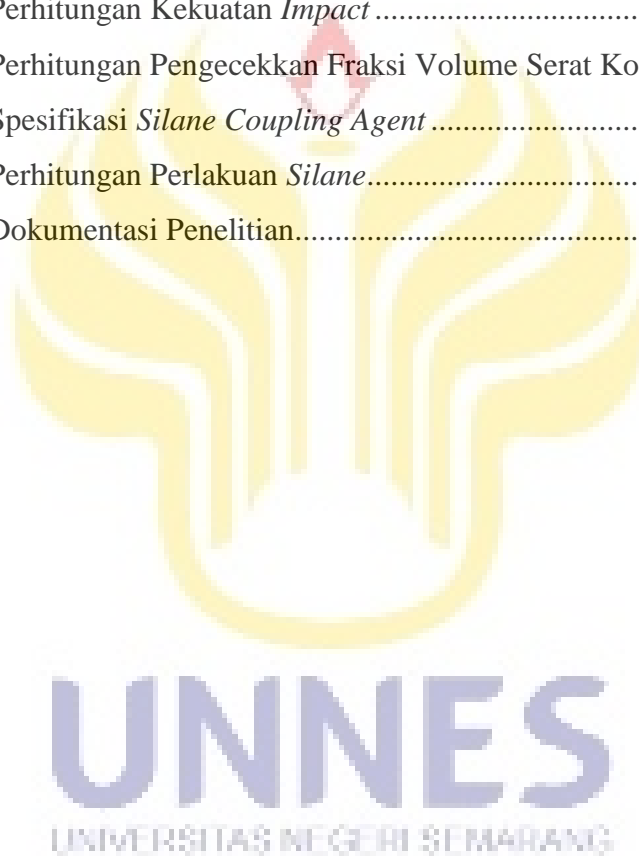
2.1	<i>Continuous Fiber Composite</i> .....	13
2.2	<i>Aligned Discontinuous Fiber</i> .....	13
2.3	<i>Off-axis Aligned Discontinuous Fiber</i> .....	13
2.4	<i>Randomly Oriented Discontinuous Fiber</i> .....	13
2.5	<i>Particulate Composite</i> .....	14
2.6	<i>Laminates Composites</i> .....	15
2.7	Komposit <i>Sandwich</i> .....	15
2.8	Komposit <i>Hybrid</i> .....	16
2.9	Aplikasi Serat Alam Dalam <i>Automotive</i> .....	26
2.10	<i>Dashboard Mobil</i> .....	27
2.11	Skema Pengujian <i>Impact</i> .....	29
2.12	Skema Sudut Kerja Pengujian <i>Impact</i> .....	30
2.13	Hasil Pengujian <i>Impact</i> Berdasarkan Fraksi Volume Serat.....	32
2.14	Hasil Pengujian <i>Impact</i> Berdasarkan Panjang Serat.....	33
2.15	Kerangka Pikir Penelitian .....	36
3.1	Serat Sabut Kelapa.....	38
3.2	Resin <i>Polyester</i> tipe 157 <i>BQTN-EX</i> .....	39
3.3	Katalis <i>MEKPO</i> .....	39
3.4	<i>Silane Coupling Agent</i> .....	40
3.5	Larutan <i>Methanol</i> .....	40
3.6	Serbuk <i>NaOH</i> .....	41
3.7	<i>Aquadest</i> .....	41
3.8	<i>Release Maximum Mold Release Wax</i> .....	41
3.9	Timbangan <i>Digital</i> .....	42
3.10	<i>Oven</i> .....	42
3.11	Cetakan Benda Uji .....	43
3.12	Alat Press Cetakan .....	43
3.13	Gerinda Tangan.....	44

3.14	Gelas Ukur .....	44
3.15	Alat Bantu Lain.....	44
3.16	Mesin Pengujian <i>Impact</i> .....	45
3.17	Alat Pemotretan Foto Makro .....	45
3.18	Diagram Alir Penelitian .....	46
3.19	Dimensi Cetak Komposit Serat Sabut Kelapa .....	47
3.20	Pengovenan serat setelah dicuci.....	51
3.21	Pemotongan Serat .....	51
3.22	Penuangan Resin dan Serat Sabut Kelapa .....	52
3.23	Pengepressan Cetakan.....	53
3.24	Komposit Serat Sabut Kelapa .....	53
3.25	Dimensi Pengujian <i>Impact</i> Standart ISO 179-1 .....	56
4.1	Grafik Rata-Rata Energi Serap <i>Impact</i> Berdasarkan Faktor Perlakuan <i>Silane</i> .....	65
4.2	Grafik Rata-Rata Kekuatan <i>Impact</i> Berdasarkan Faktor Perlakuan <i>Silane</i> .....	65
4.3	Grafik Rata-Rata Energi Serap <i>Impact</i> Berdasarkan Faktor Fraksi Volume Serat .....	67
4.4	Grafik Rata-Rata Kekuatan <i>Impact</i> Berdasarkan Faktor Fraksi Volume Serat .....	67
4.5	Rata-Rata Kekuatan Energi Serap <i>Impact</i> Keseluruhan .....	70
4.6	Grafik Rata-Rata Kekuatan <i>Impact</i> Keseluruhan .....	70
4.7	Patahan Komposit Serat Sabut Kelapa Perlakuan <i>Silane</i> 30 menit .....	71
4.8	Patahan Komposit Serat Sabut Kelapa Perlakuan <i>Silane</i> 30 menit .....	71
4.9	Patahan Komposit Serat Sabut Kelapa Perlakuan <i>Silane</i> 30 menit .....	72
4.10	Patahan Komposit Serat Sabut Kelapa Perlakuan <i>Silane</i> 60 menit .....	72
4.11	Patahan Komposit Serat Sabut Kelapa Perlakuan <i>Silane</i> 60 menit .....	72
4.12	Patahan Komposit Serat Sabut Kelapa Perlakuan <i>Silane</i> 60 menit .....	73
4.13	Patahan Komposit Serat Sabut Kelapa Perlakuan <i>Silane</i> 90 menit .....	73
4.14	Patahan Komposit Serat Sabut Kelapa Perlakuan <i>Silane</i> 90 menit .....	73
4.15	Patahan Komposit Serat Sabut Kelapa Perlakuan <i>Silane</i> 90 menit .....	74

## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran

1	Surat Tugas Pembimbing Skripsi.....	85
2	Surat Ijin Penelitian.....	86
3	Surat Keterangan Pengujian.....	87
4	Surat Laporan Pengujian <i>Impact</i> .....	88
5	Perhitungan Kekuatan <i>Impact</i> .....	90
6	Perhitungan Pengecekan Fraksi Volume Serat Komposit.....	127
7	Spesifikasi <i>Silane Coupling Agent</i> .....	133
8	Perhitungan Perlakuan <i>Silane</i> .....	134
9	Dokumentasi Penelitian.....	135





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Kebijakan pemerintah dalam industri nasional dilihat dari alat industri transportasi merupakan salah satu sub sektor yang diprioritaskan untuk dikembangkan, sehingga diperlukan adanya kebijakan yang kondusif. Dalam kaitan tersebut, Kementerian Perindustrian (Kemenperin) telah menerbitkan kebijakan mengenai mobil murah dan ramah lingkungan atau *Low Cost Green Car* (LCGC). Pemerintah menerbitkan Peraturan Menteri Perindustrian (Permenperin) No 33/2013 tentang Pengembangan Produksi Kendaraan Bermotor Roda Empat yang Hemat Energi dan Harga Terjangkau. Peraturan ini ditunjukkan untuk industri mobil nasional agar terus mendorong dan mengembangkan produk yang hemat energi, murah dan ramah lingkungan dari segi pemakaian juga produksi komponen mobil.

Kebijakan *low cost green car* (LCGC) yang dikeluarkan oleh pemerintah Indonesia mendorong meningkatnya penggunaan material ramah lingkungan pada komponen otomotif. Bahan komposit dengan penguat serat alam di industri otomotif dapat diterapkan di komponen *bumper*, *dashboard*, pelapis pintu, rumah kaca spion dan produk asesoris mobil. Serat alam memiliki beberapa keuntungan dibanding dengan serat sintesis, seperti memiliki berat yang lebih ringan, biaya produksi rendah, dapat diolah secara alami, dan ramah terhadap lingkungan. Serat alami dianggap salah satu bahan yang ramah lingkungan yang memiliki sifat baik

dibandingkan dengan serat sintetis (May-Pat dkk., 2013: 1114-1115).

Selain industri otomotif, komposit dengan penguat serat alam banyak diterapkan di industri bangunan, gerabah, kimia dan plastik juga industri lain berbasis bahan baku serat alam. Jenis-jenis serat alam seperti misal; *Sisal*, *Flax*, *Hemp*, *Jute*, Rami, Kelapa, mulai digunakan sebagai penguat komposit. Produsen mobil seperti *Daimler-Benz* yang telah memanfaatkan serat alam (*flax*, *sisal*, serat kelapa, kapas dan *hemp*) sebagai penguat bahan komposit untuk interior kendaraan *Daimler Chrysler*. Penggunaan serat alami mengurangi berat badan sebesar 10% dan menurunkan energi yang dibutuhkan untuk produksi hingga 80%, sedangkan biaya komponen yang 5% lebih rendah dibandingkan komponen *fiberglass-reinforced* (Flegel, 2000). Penggunaan serat alam memiliki potensi yang baik untuk mengoptimalkan nilai produksi komponen mobil. Pada penelitian sebelumnya Herwandi (2014: 5) menyatakan bahwa bahan komposit serat alam yaitu serat rekel (resam dan serat kelapa) digunakan sebagai bahan alternatif pembuatan *dashboard* mobil dengan mengacu nilai sifat mekanis standar plastik berbahan ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) *High Impact*. Hal itu menjadi dasar penelitian ini untuk mengaplikasikan komposit serat sabut kelapa menjadi bahan alternatif pembuatan *dashboard* mobil.

Salah satu serat alam yang menjadi obyek penelitian adalah serat sabut kelapa atau dalam perdagangan dunia dikenal sebagai *Coco Fiber*, *Coir Fiber*, *Coir Yarn*, *Coir Mats* dan *Rug* (Palungkun, 1993: 67). Serat alam juga didalamnya memiliki kandungan dengan kadar tertentu tergantung jenis serat tumbuhan yang akan di pakai. Serat sabut kelapa memiliki kandungan 43,8% selulosa dan 45%

*lignin* dan mempunyai kekuatan tarik 95-230 MPa (Dittenber & GangaRao, 2012: 1421). Dilihat dengan Indonesia menjadi pasar otomotif maka pengembangan bahan komposit dari serat alam (termasuk serat sabut kelapa) untuk komponen pendukung kendaraan akan memberi potensi dan manfaat yang besar bagi industri otomotif. Sehingga serat sabut kelapa dapat menjadi bahan baku alternatif serat penguat untuk pengembangan komposit sebagai pengganti serat gelas yang terindikasi sebagai serat yang tak ramah lingkungan.

Kekurangan yang paling mendasar dari komposit serat alam yaitu kurang baiknya ikatan antara matriks dan serat sehingga menghasilkan sifat komposit yang kurang baik (Akil dkk., 2011: 4109). Kekurangan tersebut disebabkan oleh sifat alami serat alam yang masih dapat menyerap air sehingga air dapat masuk ke dalam ikatan antara matriks dan serat, sehingga mempengaruhi sifat mekanis suatu komposit. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kualitas ikatan yaitu dengan perlakuan kimia terhadap serat alam. Macam perlakuan kimia ada beberapa jenis perlakuan kimia yang meliputi *alkali treatment*, *silane treatment*, *isocyanate treatment*, dan *acetylation* (Mohammed, 2015: 4).

Perlakuan kimia yang tepat mampu meningkatkan ikatan antara serat dan matriks, sehingga sifat-sifat komposit menjadi lebih baik. Semua macam perlakuan kimia tersebut, salah satu perlakuan kimia untuk komposit serat alam yang akan dilakukan adalah perlakuan *silane* (*silane treatment*). *Silane treatment* pada serat komposit alam dapat meningkatkan sifat mekaniknya hingga 61% dibandingkan tanpa perlakuan (Kim dkk., 2011: 2704). Perlakuan *silane* ini

mampu meningkatkan ikatan antara serat dan matrik sehingga membuat komposit memiliki kualitas sifat mekanis yang tinggi.

Kekuatan sifat mekanis komposit serat alam juga dipengaruhi tiga faktor perlakuan yaitu lama perendaman dalam larutan, panjang serat dan fraksi volume. Pratama dkk. (2014: 14) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa ada tiga faktor yang signifikan mempengaruhi sifat mekanis komposit serat yaitu perlakuan alkali, panjang serat, dan fraksi volume serat. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi sifat mekanis komposit serat alam dilihat dari perlakuan serat yang dilakukan dan jalan mengatur komposisi material pembentuknya. Perlakuan serat yang dimaksud yaitu dimana serat direndam pada larutan kimia dengan lama perendaman tertentu dengan tujuan untuk menghasilkan ikatan yang baik antara serat dan matrik, sehingga mempengaruhi sifat mekanis komposit serat. Perbandingan komposisi antara fraksi volume serat dengan matrik juga dapat menghasilkan sifat mekanis dan karakteristik yang berbeda-beda tergantung dari komposisi komposit yang dibuat.

Berdasarkan latar belakang di atas maka penelitian ini akan mendalami pengaruh perlakuan *silane* (*silane treatment*) pada lama perendaman dan fraksi volume serat terhadap kekuatan *impact* komposit serat sabut kelapa-*polyester*.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, adapun identifikasi masalah penelitiannya adalah sebagai berikut:

1. Serat sabut kelapa kebanyakan diproduksi untuk sebagai alat perabotan rumah tangga seperti sapu, pembersih kaki (keset) dan lain-lain, maka dibutuhkan inovasi baru agar dapat meningkatkan nilai jual serat sabut kelapa itu tersendiri.
2. Kelemahan serat sintetis sebagai bahan tambah penguat komposit dapat dilihat dari mahal, tidak ramah lingkungan dan serat sintetis bila dibakar menghasilkan gas yang berbahaya bagi manusia.
3. Kekurangan dari material komposit serat yaitu lemahnya ikatan antarmuka antara serat alam dengan matrik.
4. Sifat mekanis komposit dengan penguat serat dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu fraksi volume serat, panjang serat dan perlakuan serat.

## 1.3 Penegasan Istilah

1. *Silane treatment* (perlakuan *silane*) adalah kemampuan untuk membentuk ikatan antara permukaan bahan organik dan anorganik atau menggabungkan material yang tidak sama tersebut (Prasetyo dkk., 2013: 45). Penggunaan perlakuan serat ini meliputi lama perendaman serat dalam larutan *silane* dan takaran larutan *silane* yang digunakan.
2. *Silane* adalah senyawa yang mendasarkan unsur silikon yang terdiri dari *organic-inorganic* (Darmanto, 2010: 113). Senyawa *silane* akan bereaksi

diantara *substrate inorganic* (glass dan metal), *organic* (material organik) dan bahan tidak sama.

3. Fraksi volume serat adalah salah satu faktor penting dalam menentukan karakteristik material komposit atau presentase antara matrik dan serat (Wona dkk., 2015: 41). Sebelum melakukan proses pembuatan komposit maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan mengenai fraksi volume serat dan fraksi volume matrik.
4. Kekuatan *impact* adalah menghitung energi yang diberikan beban dan menghitung energi yang diserap oleh spesimen (Wona, 2015: 42). *Impact test* dapat diartikan suatu tes mengukur kemampuan bahan dalam menerima beban tumbukkan yang diukur dengan besarnya energi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen.

#### 1.4 Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, adapun batasan penelitian sebagai berikut:

1. Sifat mekanis komposit serat sabut kelapa yang akan diuji adalah kekuatan *impact*.
2. Jenis matrik yang digunakan *polyester* tipe 157 *BTQN-EX*.
3. Penggunaan katalis MEKPO dengan kadar 1%.
4. Kadar *methanol* sebagai pelarut menggunakan kadar 93%.
5. Kadar larutan *silane* yang digunakan untuk merendam serat dalam proses perlakuan serat menggunakan kadar 3%.

6. Lama rendaman *silane* 30 menit, 60 menit, 90 menit digunakan sebagai perlakuan serat dan fraksi volume serat 30%, 35%, 40%.
7. Pengeringan serat sabut kelapa sebelum perlakuan serat dikeringkan selama 30 menit tanpa mengasumsikan tingkat presentase pengeringan.
8. Pencetakan spesimen menggunakan metode *press hand lay-up*.
9. Spesimen komposit uji *impact* menggunakan standart ISO 179-1.

### 1.5 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah di atas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh perlakuan *silane* pada variasi lama perendaman 30 menit, 60 menit dan 90 menit terhadap kekuatan *impact* pada komposit serat sabut kelapa-*polyester*?
2. Bagaimanakah pengaruh variasi fraksi volume serat 30%, 35% dan 40% terhadap kekuatan *impact* komposit serat sabut kelapa-*polyester* dengan perlakuan *silane*?

### 1.6 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan *silane* variasi lama perendaman 30 menit, 60 menit dan 90 menit terhadap kekuatan *impact* komposit serat sabut kelapa-*polyester*.

2. Untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume serat 30%, 35% dan 40% terhadap kekuatan *impact* komposit serat sabut kelapa-*polyester* dengan perlakuan *silane*.

## 1.7 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1.6.1 Manfaat teriotis

1. Menambah pengetahuan dan wawasan baru mengenai peningkatan sifat mekanis komposit melalui perbaikan ikatan antarmuka serat dan matrik yang memperhatikan perlakuan serat lama perendaman dengan larutan kimia dan fraksi volume serat.
2. Memperoleh data kekuatan *impact* dari komposit serat sabut kelapa-*polyester* sehingga diharapkan dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif ramah lingkungan dan dapat diterapkan sebagai pengganti komposit berserat *fibre-glass*.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya perkembangan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan ilmu bahan pembuatan komposit bepenguat serat alam.



### 1.6.2 Manfaat praktis

1. Komposit serat sabut kelapa-*polyester* ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk bahan baku pembuatan komposit berpenguat serat alam di industri otomotif baik skala kecil atau besar.
2. Menambahkan informasi baru pemanfaatan serat sabut kelapa kepada masyarakat dan memunculkan inovasi terbaru dalam bidang teknik khususnya material teknik untuk meningkatkan nilai jual serat sabut kelapa sebagai serat penguat komposit.
3. Hasil penelitian ini dapat diaplikasikan dan dimanfaatkan oleh industri otomotif, khususnya industri pembuatan *dashboard* maupun industri lainnya sebagai bahan alternatif yang ramah lingkungan dan mengoptimalkan nilai produksi komponen mobil.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Teori

##### 2.1.1 Pengertian Komposit

Komposit berasal dari kata kerja “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi dapat diartikan secara sederhana bahan komposit terdiri dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Komposit dan *alloy* memiliki perbedaan dari cara penggabungannya yaitu apabila komposit digabung secara makroskopis sehingga masih kelihatan serat maupun matriknya (komposit serat) sedangkan *alloy*/ paduan digabung secara mikroskopis sehingga tidak kelihatan lagi unsur-unsur pendukungnya (Jones, 1999: 2). Pada material komposit sifat unsur pendukungnya masih terlihat dengan jelas, sedangkan *alloy*/ paduan sudah tidak kelihatan lagi unsur-unsur pendukungnya.

Keunggulan bahan komposit adalah penggabungan sifat-sifat unggul masing-masing unsur pembentuknya tersebut. Ada dua hal yang perlu diperhatikan pada komposit yaitu komponen penguat harus memiliki *modulus elastisitas* yang lebih tinggi daripada komponen matrik dan harus ada ikatan permukaan yang kuat antara komponen penguat dan matriks (Vlack, 1994: 589). Bahan komposit pada komponen penguat harus mempunyai *ductile* tetapi lebih *rigid* serta lebih kuat dan matrik umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah. Jadi bahan komposit adalah gabungan antara bahan matrik atau pengikat dengan penguat.

## 2.1.2 Penyusun Komposit

### 2.1.2.1 Matrik

Matrik sebagai pengikat merupakan bahan yang menjaga *reinforcement* berada ditempatnya. Fungsi lainnya ialah melindungi serat dari efek lingkungan dan kerusakan serta mempengaruhi penampilan dari suatu material komposit. Menurut Mallick (2008) bahan matrik yang sering digunakan dalam komposit antara lain:

1. Polimer

Polimer merupakan bahan matrik yang paling sering digunakan. Adapun jenis-jenis polimer yaitu:

- a. *Thermoset*

*Thermoset* adalah plastik atau resin yang tidak dapat berubah karena panas. Misalnya: *epoxy, polyester, phenolic* dan sebagainya.

- b. *Thermoplastic*

*Thermoplastic* adalah plastik atau resin yang dapat dilunakkan terus menerus dengan pemanasan atau dikeraskan dengan pendinginan dan dapat berubah karena panas. Misalnya: polipropilen, polietilen, polistiren dan sebagainya.

2. Matrik logam

Matrik cair dialirkan sekeliling sistem *fiber* yang telah diatur dengan perekatan difusi atau pemanasan. Misalnya: *aluminum alloys, titanium alloys* dan *magnesium alloys*.

### 3. Keramik

Pembuatan komposit dengan bahan keramik yaitu keramik dituangkan pada serat yang telah diatur orientasinya dan merupakan matrik tahan pada temperature tinggi. Misalnya: *silicon carbide* (SiC) dan *silicon nitride*  $Si_3N_4$  yang sampai tahan pada temperatur 1650 °C.

#### 2.1.2.2 Penguat

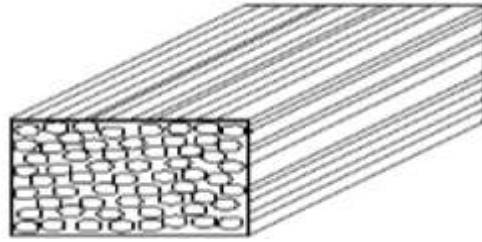
Penguat material komposit umumnya berupa serat atau *fiber* dan partikel. Penguat dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan material komposit tergantung pada kekuatan pembentuknya. Berdasarkan material pembentuknya mengklasifikasikan komposit menjadi dua macam (Hadi, 2000) yaitu:

##### 1. Komposit Serat (*Fiber Composite*)

Bahan komposit serat terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut matrik. Komposit serat merupakan material komposit yang menggunakan penguat serat/ *fiber* terdiri dari satu lamina atau satu lapisan. Serat/ *fiber* yang digunakan dapat berupa *glass fiber*, *carbon fiber*, *natural fiber* dan sebagainya. Kebutuhan penyusunan serat dan arah serat yang berbeda menjadikan komposit diperkuat serat dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu:

##### a. *Continuous Fiber Composite*

Tipe ini mempunyai susunan serat panjang dan lurus membentuk diantara matriknya.



Gambar 2.1 *Continuous Fiber Composite* (Gibson, 1994)

b. *Discontinuous Fiber Composite*

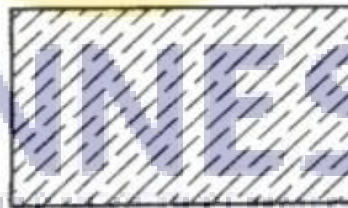
Tipe material komposit ini merupakan komposit berorientasi dengan serat pendek. Tipe ini dibedakan menjadi tiga yaitu:

- *Aligned Discontinuous Fiber*



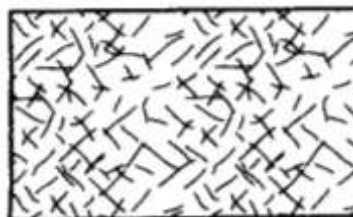
Gambar 2.2 *Aligned Discontinuous Fiber* (Gibson, 1994)

- *Off-axis Aligned Discontinuous Fiber*



Gambar 2.3 *Off-axis Aligned Discontinuous Fiber* (Gibson, 1994)

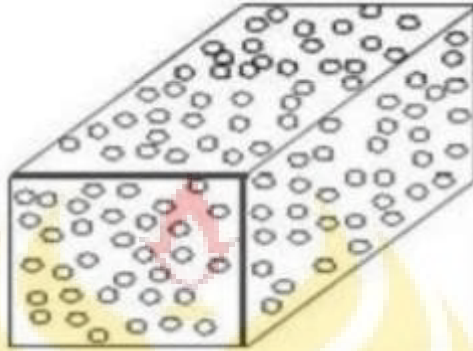
- *Randomly Oriented Discontinuous Fiber*



Gambar 2.4 *Randomly Oriented Discontinuous Fiber* (Gibson, 1994)

## 2. Komposit partikel (*Particulate Composite*)

Komposit partikel adalah komposit yang menggunakan partikel/ serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriknya.



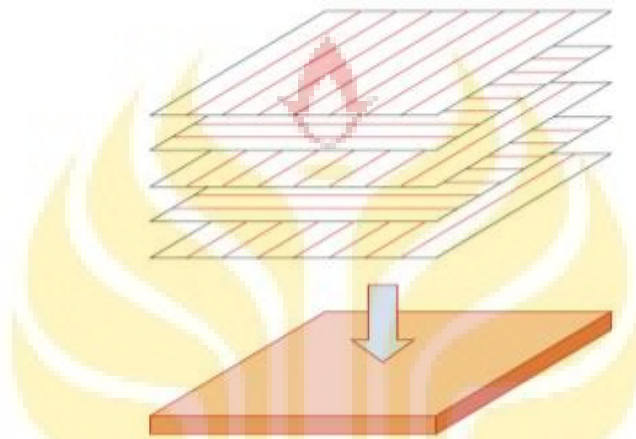
Gambar 2.5 *Particulate Composite* (Schwartz, 1984)

Berbagai macam material pembentuk komposit tersebut komposit serat yang paling banyak diaplikasikan dan dipakai di industri otomotif. Komposit dengan penguat serat adalah jenis komposit yang paling sering dipakai dan diaplikasikan, hal ini dikarenakan komposit jenis ini memiliki sifat kekuatan tarik dan kekakuan yang tinggi. Komposit berpenguat serat terdiri dari dua bahan utama yaitu serat dan matrik. Penggabungan antara serat dan matrik, serat akan berfungsi sebagai penguat (*reinforcement*) yang biasanya mempunyai kekuatan dan kekakuan lebih tinggi, sedangkan matrik berfungsi sebagai perekat untuk menjaga posisi serat mentransmisikan gaya dan juga berfungsi sebagai pelapis serat. Ada dua kategori material pembentuk komposit yaitu sebagai pengikat (*matrix*) yang memiliki sifat ulet dan serat (*reinforcement*) yang mempunyai sifat kuat dan kaku (Darmanto, 2010: 113).

### 2.1.3 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Bentuk Komponen Strukturalnya

#### 2.1.3.1 Komposit lapis (*Laminates Composites*)

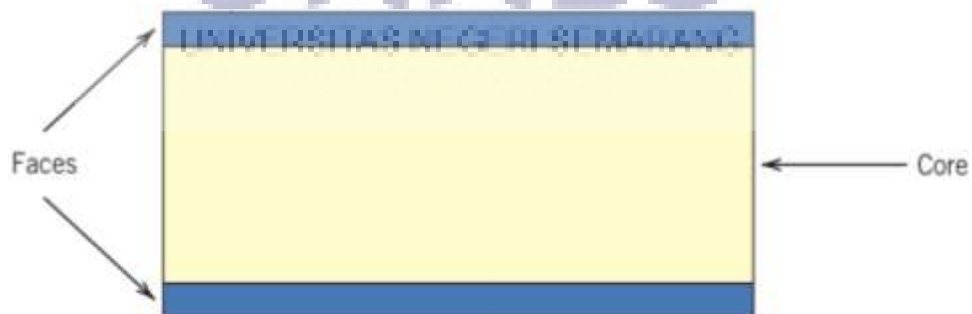
Komposit lapis adalah jenis komposit terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.



Gambar 2.6 *Laminates Composites* (Callister, 2007)

#### 2.1.3.2 Komposit *Sandwich*

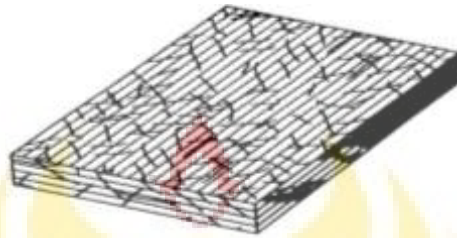
Komposit *sandwich* adalah material komposit yang dihasilkan dari penggabungan dua *face* atau *skin* dengan *core* ringan (inti) menggunakan perekat agar menjaga kedua *face/ skin* tidak terpisah.



Gambar 2.7 Komposit *Sandwich* (Callister, 2007)

### 2.1.3.3 Komposit *Hybrid*

Komposit *hybrid* adalah komposit gabungan menjadi satu antara tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kelemahan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.



Gambar 2.8 Komposit *Hybrid* (Gibson, 1994)

## 2.1.4 Klasifikasi Serat Sebagai Penguat Pada Komposit

### 2.1.4.1 *Glass Fiber*

Serat gelas atau kaca juga biasa disebut *glass fiber* dalam istilah asingnya, biasa dipakai untuk penguat komposit. Serat kaca adalah yang paling umum dari semua serat penguat untuk matrik polimer komposit (*Polimer Matrik Composite*). Serat kaca sebagai penguat komposit biasa digunakan oleh industri otomotif dan perlengkapan olahraga seperti juga model pesawat terbang. Keuntungan utama dari serat kaca adalah biaya rendah, tinggi kekuatan tarik dan ketahanan kimia yang tinggi, untuk kerugiannya adalah modulus tarik relatif rendah dan ketahanan lelah relatif rendah (Mallick, 2008). Serat kaca memiliki dua jenis yaitu *E-glass* dan *S-glass* yang digunakan oleh industri. Hal yang membedakan yaitu sifat mekanis dan biaya produksi serat itu sendiri. Serat *S-glass* lebih tinggi biaya produksinya dibandingkan serat *E-glass*, untuk sifat mekanis *S-glass* lebih tinggi kekuatan tariknya dibandingkan serat *E-glass*.



Tingkat perbedaan sifat mekanis antara *E-glass* dan *S-glass* seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sifat Mekanis *Fiber Glass*  
(Hadi, 2000: 7)

Bahan	Modulus Tarik (GPa)	Kekuatan Tarik (MPa)	Massa Jenis (g/cm <sup>3</sup> )
Serat			
<i>E-glass</i>	72,5	3500	2,54
<i>S-glass</i>	85,5	4600	2,48

#### 2.1.4.2 Carbon Fiber

Serat karbon yang biasa disebut *carbon fiber* dalam istilah asingnya, biasa dipakai untuk penguat komposit. Serat karbon sebagian besar digunakan di industri kedirgantaraan, yang dimana melihat berat jenis bahan dianggap lebih penting daripada biaya pembuatan komponen. Keuntungan dari serat karbon yaitu biaya lebih rendah, berat jenis rendah dari serat kaca, kekuatan tarik dan tekan yang tinggi, untuk kerugiannya yaitu ketahanan benturan yang rendah dan konduktivitas yang tinggi, sehingga menyebabkan konslet di mesin listrik bila tidak dilindungi. Memiliki nilai sifat mekanis modulus tarik sebesar 276 GPa dan kekuatan tarik 5413 MPa dengan berat jenis 1,7 g/cm<sup>3</sup> (Gibson, 1994: 8).

#### 2.1.4.3 Natural Fiber dan Serat Sabut Kelapa

Serat alam adalah serat yang didapatkan dari tumbuhan yang dianggap bahan penguat komposit serat yang ramah lingkungan. Contoh serat alami yaitu jute, rami, sisal sabut kelapa (*coir*) dan serat pisang (*abaca*). Semua serat ini di tanam sebagai tanaman pertanian di berbagai belahan dunia dan biasanya

digunakan untuk membuat tali, karpet, tas dan sebagainya. Komponen dari serat alami seperti selulosa, *lignin* dan hemiselulosa. Tergantung pada jenis serat alami, ada kandungan selulosa dengan berat kisar 60-80% dan berat kandungan *lignin* berkisar 5-20% (Mallick, 2008). Sifat mekanis dan berapa persen berat komponen serat alami pada Tabel 2.2 berbeda-beda tergantung jenis serat alami yang akan digunakan. Pada penelitian ini komposit berpenguat serat menggunakan serat sabut kelapa sebagai bahan penguat komposit serat.

Serat sabut kelapa merupakan serat berasal dari sabut (serabut kulit kelapa) pada tanaman kelapa yang termasuk pohon batang lurus dari *family Palmae*. Secara tradisional serat sabut kelapa hanya dimanfaatkan untuk bahan pembuat sapu, keset, tali dan alat-alat rumah tangga lain. Serat sabut kelapa memiliki kandungan 43,8% selulosa dan 45% *lignin* (lilin). Karakteristik serat sabut kelapa juga tergantung dari tempat tumbuh, musim dan kadar air.

Serat sabut kelapa memiliki sifat mekanis seperti serat-serat alam lainnya. Serat sabut kelapa sebagai penguat polipropilen mempunyai kekuatan *impact* yang lebih tinggi dibanding dengan serat jute dan kenaf sebagai penguat polipropilen (Wanbua dkk., 2003: 1263). Pada Tabel 2.2 ditunjukkan sifat mekanis berbagai serat termasuk serat sabut kelapa. Serat sabut kelapa memiliki sifat mekanis *Tensile Strength* 95-230 MPa, *Tensile Modulus* 2,8-6 GPa. Berdasarkan sifat mekanis serat sabut kelapa tersebut maka perlu diterapkan sebagai bahan baku penguat pada komposit serat. Komposit dengan sifat mekanis yang tinggi memerlukan ikatan yang kuat antara serat dan matrik. Sebelum ke ikatan antara serat dan matrik maka diketahui dulu seberapa tinggi sifat mekanis

yang dimiliki serat tersebut, sehingga dapat menunjukkan kualitas struktural gabungan kekuatan serat dengan matrik.

Pada komposit serat, beban dipindahkan dari matrik ke serat memakai gaya geser pada ikatan antar muka antara serat dan matrik. Ikatan antar muka komposit serat adalah permukaan yang terbentuk oleh suatu batas bersama antara serat penguat dengan matrik yang bersentuhan dengan ikatan di antara keduanya dan mempertahankan ikatan tersebut terhadap transfer beban. Pada komposit berpenguat serat alam, ikatan antar muka dipengaruhi oleh sifat hidrofilik alami dari serat. Hal itu membuat ikatan antara serat dengan matrik lemah dan tidak kuat. Kelompok hidroksil selulosa pada serat alam membuat sifat serat menjadi hidrofilik, sifat yang digunakan untuk memperkuat matrik ialah hidrofobik, sehingga bila serat digabungkan dengan matrik maka menghasilkan ikatan yang tidak kuat (Li Xue dkk., 2007: 26).

Tabel 2.2 Sifat Mekanis Beberapa Serat Alam  
(Dittenber & GangaRao, 2012: 1421)

Fiber type	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Length (mm)	Diameter (µm)	Tensile strength (MPa)	Tensile modulus (GPa)	Specific modulus (approx)	Elongation (%)	Cellulose (wt.%)	Hemi-cellulose (wt.%)	Lignin (wt.%)	Pectin (wt.%)	Waxes (wt.%)	Micro-fibrillar angle (deg)	Moisture content (wt.%)
E-glass	2.5-2.59	-	17	2000-3500	70-76	29	1.8-4.8	-	-	-	-	-	-	-
Abaca	1.5	-	400-800	6.2-20	9	10-10	56-61	30-25	2-12	1	3	-	5-10	
Alfa	0.89	-	25	22	25	3.6	45.4	38.5	14.9	-	2	-	-	
Bagasse	1.25	10-300	10-34	222-290	17-27.1	18	1.1	32-55.2	16.8	19-25.3	-	-	-	
Bamboo	0.6-1.1	1.5-4	25-40	140-800	11-32	25	2.5-3.7	26-65	30	5-31	-	-	-	
Banana	1.35	300-900	12-30	500	17	9	1.5-9	63-67.6	10-19	5	-	-	8.7-12	
Coir	1.15-1.46	20-150	10-400	95-230	2.8-6	4	15-51.4	32-43.8	0.15-20	40-45	3-4	-	30-49	8.0
Cotton	1.5-1.6	10-60	10-45	287-800	5.5-12.6	6	3-10	82.7-90	5.7	<2	0-1	0.6	-	7.25-8.5
Curaua	1.4	35	7-10	87-1150	11.8-96	39	1.3-4.9	70.7-73.6	9.9	7.5-11.1	-	-	-	
Flax	1.4-1.5	5-900	12-600	343-2000	27.6-103	45	1.2-3.3	62-72	18.6-20.6	2-5	2.3	1.5-1.7	5-10	8-12
Hemp	1.4-1.5	5-55	25-500	270-900	23.5-90	40	1-3.5	68-74.4	15-22.4	3.7-10	0.9	0.8	2-6.2	6.2-12
Heneguen	1.2	-	-	430-570	10.1-16.3	11	3.7-5.9	60-77.6	4-28	8-13.1	-	0.5	-	
Isora	1.2-1.3	-	-	500-600	-	-	5-6	74	-	23	-	1.09	-	
Jute	1.3-1.49	1.5-120	20-200	320-800	8-78	30	1-1.8	59-71.5	13.6-20.4	11.8-13	0.2-0.4	0.5	8.0	12.5-13.7
Kesaf	1.4	-	-	223-930	14.5-53	24	1.5-2.7	31-72	20.3-21.5	8-19	3-5	-	-	
Nettle	-	-	-	650	38	-	1.7	86	10	-	-	4	-	11-17
Oil palm	0.7-1.55	-	150-500	80-240	0.5-3.2	2	17-25	60-65	-	11-29	-	-	42-46	
Pissava	1.4	-	-	134-143	1.07-4.59	2	7.8-21.9	28.6	25.8	45	-	-	-	
PALF	0.8-1.6	900-1500	20-80	180-1627	1.44-82.5	35	1.6-14.5	70-83	-	5-12.7	-	-	14.0	11.8
Ramie	1.0-1.55	900-1200	20-80	400-1000	24.5-128	60	1.2-4.0	68.6-85	13-16.7	0.5-0.7	1.9	0.3	7.5	7.5-17
Sisal	1.33-1.5	900	8-200	363-700	9.0-38	17	2.0-7.0	60-78	10.0-14.2	8.0-14	10.0	2.0	10-22	10-22

Hidrofilik berarti material yang dapat berikatan dengan air dan hidrofobik berarti material yang tidak dapat berikatan dengan air. Sifat hidrofilik dan hidrofobik dapat diketahui dengan ketika permukaan material ditetesi dengan air. Material hidrofilik mempunyai sudut kontak antara permukaan dan air antara  $30^{\circ}$ - $89^{\circ}$  dan hidrofobik mempunyai sudut kontak antara permukaan dan air antara  $90^{\circ}$  (Syakur, 2011: 199). Jadi sifat serat yang harus dimiliki agar ikatan antara serat dengan matrik menjadi kuat yaitu hidrofobik.

## **2.1.5 Klasifikasi Perlakuan Serat**

### **2.1.5.1 Perlakuan Alkali**

Perlakuan alkali merupakan cara memodifikasi serat dalam rangka meningkatkan ikatan antarmuka antara serat-serat dan matrik. Salah satu modifikasi permukaan yang sering digunakan untuk meningkatkan kekuatan adalah perlakuan alkali, dimana pengurangan kapasitas penyerapan air pada serat itu sendiri dan memodifikasi permukaan serat-serat untuk meningkatkan sifat mekanik dari komposit (Dittenber & GangaRao, 2012: 1424). Perlakuan serat alam secara kimia ini dapat memperbaiki adhesi antara serat dan matrik. Hal ini membuat sifat mekanik komposit serat mengalami peningkatan karena pengaruh dari perlakuan serat yang secara kimia tersebut. Perlakuan alkali akan menghilangkan sifat serat alam yang hidrofolik menjadi hidrofobik. Perlakuan ini menghilangkan sejumlah *lignin* (lilin) dan hemiselulosa pada serat. Ikatan antara serat dan resin menjadi tidak sempurna karena terhalang oleh lapisan yang menyerupai lilin di permukaan serat (Pratama dkk., 2014: 9).

### 2.1.5.2 Perlakuan *Silane* Serat Sabut Kelapa

Modifikasi serat alam secara kimia dapat memperbaiki adhesi antara serat dan matrik. Perlakuan *silane* merupakan cara yang sering dilakukan pada serat penguat pada polimer termoset dan termoplastik. *Silane* bekerja pada *interface* antara bagian anorganik dan bahan organik untuk mengikat atau menggabungkan dua material yang tidak sama tersebut (Prasetyo dkk., 2013: 45). Ikatan antarmuka yang lemah dapat diperbaiki dengan cara menambahkan *coupling agent* atau modifikasi pada permukaan serat.

Modifikasi permukaan serat sabut kelapa secara kimia dapat dilakukan dengan perlakuan *silane*. Pada perlakuan *silane* juga menghilangkan *lignin* (lilin) dan hemiselulosa pada serat. Perlakuan *silane* dapat mengurangi jumlah gugus hidroksil dan menciptakan ikatan kovalen antara serat dengan matrik (Li Xue dkk., 2007: 27). *Silane* akan meningkatkan ikatan juga menghindari terjadi terlepasnya ikatan serat dari matrik (*debonding*) antarmuka selama komposit digunakan. *Debonding* ini terjadi karena ikatan antara serat dan matrik menjadi tidak sempurna karena terhalang oleh lapisan yang menyerupai lilin di permukaan serat, sehingga terjadi lepasnya ikatan antara serat dengan matrik dan menyebabkan terbentuknya lubang pada matrik (Maryanti dkk., 2011: 128).

### 2.1.6 Klasifikasi Bahan Matrik Pada Komposit

#### 2.1.6.1 *Epoxy*

Matrik berfungsi sebagai pengikat bahan penguat agar dapat meneruskan gaya dari satu serat ke serat lainnya. Resin ini mempunyai kegunaan yang luas

dalam industri teknik kimia, listrik, mekanik dan sipil sebagai perekat, cat pelapis, pencetakan coran benda-benda cetakan. Resin epoksi bereaksi dengan pengeras sehingga menjadi unggul dalam kekuatan mekanik dan ketahanan kimia (Surdia dan Saito, 1999: 259). Resin epoksi juga masuk dalam kategori *polimer termoset* karena sukar larut dalam pelarut dan tak dilelehkan oleh panas. Spesifikasi untuk sifat mekanis seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Spesifikasi Sifat Mekanis *Epoxy*  
(Hadi, 2000: 10)

Item	Satuan	Nilai Tipikal
Berat Jenis	gr/cm <sup>3</sup>	1,11
Kekuatan Fleksural	MPa	150
Modulus Fleksural	GPa	3,1

#### 2.1.6.2 Polyester

Pembuatan komposit, matrik berfungsi sebagai pengikat bahan penguat dan juga sebagai pelindung partikel dari kerusakan oleh faktor lingkungan. Beberapa bahan matrik dapat memberikan sifat-sifat yang diperlukan sebagai keliatan dan ketangguhan. Pada penelitian ini matrik yang digunakan adalah *polimer termoset* dengan jenis resin *polyester*. Menurut Surdia dan Saito (1999: 258) matrik *polyester* ini memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Suhu deformasi termal lebih rendah dibandingkan resin termoset lainnya, karena *polyester* banyak mengandung monomer stiren.
2. Memiliki ketahanan panas 110-140°C.
3. Relatif tahan terhadap asam kecuali asam pengoksid, tetapi lemah terhadap alkali.
4. Mudah mengembang dalam pelarut yang melarutkan polimer stiren.

5. Ketahanan terhadap cuaca sangat baik, khususnya terhadap kelembaban dan sinar UV.

Jenis *polyester* yang digunakan yaitu UPR (*Unsaturated Polyester Resin*) atau resin *polyester* tak jenuh. UPR berupa resin cair dengan viskositas yang relatif rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa gas sewaktu pengesetan seperti banyak resin termoset lainnya. Pada penelitian ini menggunakan *polyester* dengan tipe *Yukalac 157 BQTN-EX*, resin ini banyak dijual di toko-toko kimia, sehingga memungkinkan mudah didapat. Juga harganya yang murah juga dapat dipertimbangkan dalam pemilihan bahan material komposit.

Tabel 2.4 Spesifikasi UPR *Yukalac BQTN-EX 157*

Item	Satuan	Nilai Tipikal	Catatan
Berat Jenis	gr/cm <sup>3</sup>	1,215	25°C
Kekerasan	-	40	Barcol/GYZJ 934-1
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	-

### 2.1.7 Fraksi Volume Komposit

Jumlah kandungan serat alam dalam komposit, merupakan hal menjadi perhatian khusus pada komposit berpenguat serat. Hal itu dikarenakan untuk memperoleh hasil bahan komposit yang mempunyai harga *specific modulus* dan *specific strength* yang lebih tinggi (Hadi, 2000: 11). Pendistribusian serat dengan matrik harus merata pada proses pencampuran agar mengurangi timbulnya *void*.

Hubungan antara fraksi volume dan fraksi berat saling berkaitan pula dengan berat jenis masing-masing sehingga dapat menghitung massa serat dan matrik. Untuk menghitung fraksi volume, parameter yang harus diketahui adalah berat jenis resin, berat jenis serat, berat komposit dan berat serat. Setelah diketahui maka dapat menghitung massa serat dan massa matrik untuk membuat komposit dengan rumus sebagai berikut (Berthelot, 1999: 11-12):

Rumus menghitung volume serat ( $v_f$ ):

$$v_f = V_f \times v_c \dots \dots \dots (2.1)$$

Rumus menghitung volume matrik ( $v_m$ ):

$$v_m = V_m \times v_c \dots \dots \dots (2.2)$$

Rumus menghitung massa serat ( $m_f$ ):

$$m_f = v_f \times \rho_f \dots \dots \dots (2.3)$$

Rumus menghitung massa matrik ( $m_m$ ):

$$m_m = v_m \times \rho_m \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

$v_f$  = volume serat ( $\text{cm}^3$ )

$V_f$  = fraksi volume serat (%)

$v_m$  = volume matrik ( $\text{cm}^3$ )

$V_m$  = fraksi volume matrik (%)

$v_c$  = volume komposit ( $\text{cm}^3$ )

$m_f$  = massa serat (gram)

$\rho_f$  = massa jenis serat ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$m_m$  = massa matrik (gram)



$\rho_m$  = massa jenis matrik (gr/cm<sup>3</sup>)

Jika komposit telah dibuat, maka fraksi volume serat pada komposit dapat dilakukan pengecekan dengan persamaan (Oroh dkk., 2013: 4) sebagai berikut:

$$v_f = \frac{\frac{m_f}{\rho_f}}{\frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

$v_f$  = fraksi volume serat (%)

$m_f$  = massa serat (gr)

$m_m$  = massa matrik (gr)

$\rho_f$  = massa jenis serat (gr/cm<sup>3</sup>)

$\rho_m$  = massa jenis matrik (gr/cm<sup>3</sup>)

### 2.1.8 Dashboard Mobil

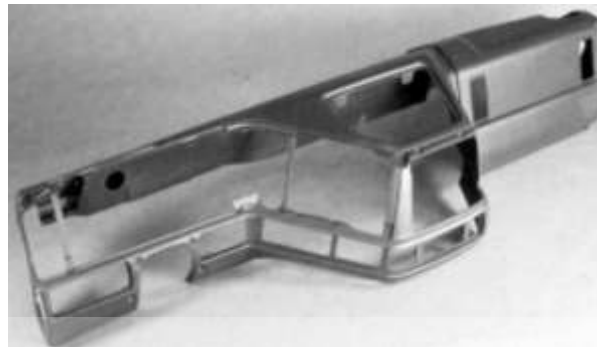
*Dashboard* mobil adalah panel pada interior mobil bagian depan. Pada *dashboard* biasanya terdapat beberapa fasilitas, seperti panel instrumentasi, laci, radio/*tape*, dan AC. Bahan yang digunakan untuk pembuatan *dashboard* pada umumnya di industri ialah dengan bahan-bahan termoplastik dengan diperkuat serat gelas (Mazumdar, 2002). Dengan kemajuan teknologi otomotif yang modern, dilihat dari bahan pembuatan *dashboard* dalam mengurangi biaya produksi. Bahan *dashboard* yang biasa di produksi dengan serat gelas dapat diganti bahan berkomposit dengan berpenguat serat alam karena komposit

berpenguat serat alam memiliki beberapa keuntungan dibanding dengan serat sintesis, seperti memiliki berat yang lebih ringan, biaya produksi rendah, dapat diolah secara alami, dan ramah terhadap lingkungan. Seperti PT. Toyota di Jepang telah memanfaatkan bahan komposit berpenguat serat kenaf sebagai panel interior mobil jenis sedan dan produsen *Daimler-Benz* pun telah memanfaatkan serat abaca sebagai penguat bahan komposit untuk *dashboard* (Diharjo, 2006: 9).



Gambar 2.9 Aplikasi Serat Alam Dalam *Automotive* (Bledzki, 2006: 454-456)

Pengembangan teknologi komposit ini dilandasi oleh sifat komposit berpenguat serat alam yang lebih ramah lingkungan. Pada Gambar 2.1 hasil pemanfaatan serat alam menjadi bahan komposit serat yang diaplikasikan dari segi interior dan eksterior pada mobil. Komposit berpenguat ini memiliki rasio kekuatan dengan berat jenis komponen yang dihasilkan lebih ringan. Standart bahan yang dipakai *dashboard* mobil menggunakan standart plastik ABS *High Impact* (Herwandi, 2014: 2). Pada standart tersebut dapat digunakan sebagai perbandingan seberapa besar kekuatan mekanis antara bahan ABS dengan komposit berpenguat serat alam.



Gambar 2.10 *Dashboard* Mobil  
(Mazumdar, 2002)

Pada Gambar 2.2 hasil pembuatan *dashboard* dengan bahan ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*). Aplikasi (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) di otomotif dan transportasi termasuk panel instrumen, komponen *dashboard* dan gagang pintu, punggung kursi, kursi komponen *belt*. Bahan ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) memiliki sifat mekanis seperti pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Sifat Mekanis ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*)  
(omnexus.com dan ISO 179-1)

Item	Satuan	Nilai Tipikal
Berat Jenis	gr/cm <sup>3</sup>	1,21
Kekuatan <i>Impact</i>	kJ/m <sup>2</sup>	13,44-13,48

### 2.1.9 Pengujian *Impact* Komposit

Untuk mengetahui kekuatan *impact* suatu material dapat dilakukan dengan pengujian *impact* terhadap material komposit. Kekuatan *impact* adalah menghitung energi yang diberikan beban dan menghitung energi yang diserap oleh spesimen (Wona, 2015: 42). *Impact test* dapat diartikan suatu tes mengukur kemampuan bahan dalam menerima beban tumbukkan yang diukur dengan besarnya energi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen. Uji *impact* juga

pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan nilai ketangguhan komposit ketika mengalami tumbukkan. Pengujian *impact* ada dua metode pengujian antara lain sebagai berikut:

### 1. Metode *Charpy*

Pada metode *charpy* banyak digunakan di Amerika Serikat dan merupakan cara pengujian dimana spesimen dipasang secara horizontal dengan kedua ujung berada pada tumpuan, sedangkan takikan pada spesimen diletakkan ditengah-tengah dengan arah pembebanan tepat di atas takikan. Metode ini digunakan untuk mencari kekuatan *impact* berdasarkan energi serap per luas penampang spesimen pengujian (Mallick, 2008). Kelebihan yang dimiliki oleh metode ini seperti berikut:

- a. Lebih mudah dipahami dan dilakukan.
- b. Menghasilkan tegangan *uniform* disepanjang penampang.
- c. Harga alat lebih murah.
- d. Waktu pengujian lebih singkat.

Pada metode ini memiliki kekurangan seperti berikut:

- a. Hanya dapat dipasang pada posisi horizontal.
- b. Spesimen dapat bergeser dari tumpuannya karena tidak dicekam.
- c. Pengujian hanya dapat dilakukan pada spesimen yang kecil.

### 2. Metode *Izod*

Pada metode *izod* banyak digunakan di Eropa terutama Inggris dan merupakan cara dimana spesimen berada pada posisi vertikal kemudian dicekam

salah satu ujungnya dengan arah takikan disesuaikan arah tumbukan. Metode ini digunakan untuk mencari kekuatan *impact* berdasarkan energi serap per lebar penampang spesimen pengujian (Mallick, 2008). Kelebihan dari metode ini seperti berikut:

- Tumbukan tepat pada takikan karena benda kerja dicekam.
- Dapat menggunakan spesimen dengan ukuran besar.
- Spesimen tidak mudah bergeser karena dicekam pada salah satu ujungnya.

Pada metode ini memiliki kekurangan seperti berikut:

- Biaya pengujian lebih mahal.
- Pembebanan yang dilakukan hanya pada satu ujungnya, sehingga hasil yang diperoleh kurang baik.
- Waktu yang digunakan cukup banyak karena banyaknya prosedur pengujian, mulai dari menjepit benda kerja sampai tahap pengujian.



Gambar 2.11 Skema Pengujian *Impact*  
(Callister, 2007: 224)

Energi serap benda uji dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$E_{\text{serap}} = G \cdot R \cdot (\cos \beta - \cos \alpha) \dots \dots \dots (2.6)$$

dengan  $G = m \cdot g$ .....(2.7)

keterangan:

$E_{\text{serap}}$  = energi yang diserap (*Joule*)

$R$  = jari-jari pusat ke titik berat pembenturan (m)

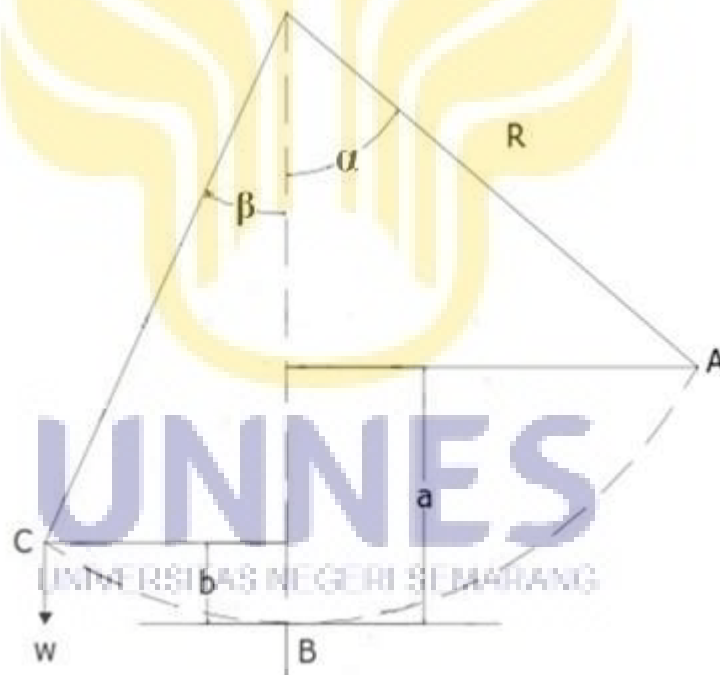
$G$  = berat beban/pembentur (N)

$m$  = massa pembentur (kg)

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

$\beta$  = sudut ayunan mematahkan benda uji ( $^\circ$ )

$\alpha$  = sudut ayunan tanpa benda uji ( $^\circ$ )



Gambar 2.12 Skema Sudut Kerja Pengujian *Impact*  
(Imron, 2010: 15)

Kekuatan *impact* yang dihasilkan ( $K_{\text{impact}}$ ) merupakan perbandingan antara energi serap ( $E_{\text{serap}}$ ) dengan luas penampang ( $A_o$ ). ketangguhan *impact* dapat dihitung dengan persamaan:

$$K_{impact} = \frac{E_{serap}}{A_0} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

$K_{impact}$  = kekuatan *Impact* (J/mm<sup>2</sup>)

$E_{serap}$  = energi yang diserap (*Joule*)

$A_0$  = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

### 2.1.10 Pola Patahan Pada Komposit Serat

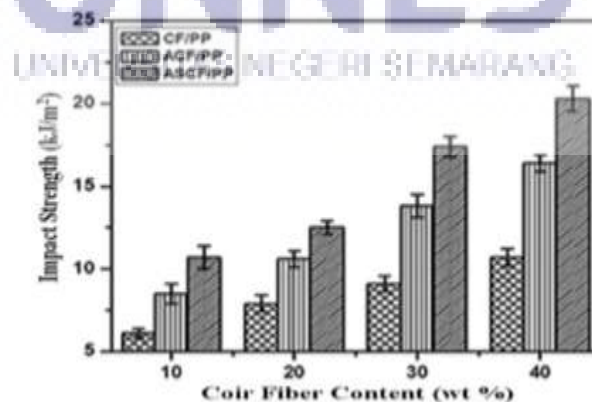
Kegagalan dari bahan teknik hampir tidak selalu diinginkan terjadi karena beberapa alasan seperti membahayakan manusia, merugikan dibidang ekonomi dan mengganggu ketersediaan produk. Meskipun kegagalan dan sifat bahan mungkin diketahui tetapi pencegahan terhadap kegagalan sulit untuk dijamin. Masalah yang sering terjadi adalah pemilihan bahan, proses kurang tepat dan perancangan komponen belum sesuai dengan penggunaannya. Patahan pada komposit juga dapat dipengaruhi oleh kegagalan seperti kurangnya ikatan serat dengan matrik, kurangnya pendistribusian matrik terhadap serat atau sebaliknya. Pola patahan pada komposit serat sebagai berikut (Astika dkk., 2013) dan (Mallick, 2008):

- a. *Fiber pullout* yaitu patahan komposit yang terjadi karena kurangnya ikatan antara serat dengan matrik sehingga serat terlepas dari ikatan matrik.
- b. *Crack deflection* yaitu patahan komposit mengikuti alur dari posisi serat yang miring sehingga permukaan patahan miring.

- c. *Matrix rich* yaitu tidak adanya serat di daerah matrik sehingga komposit menjadi rapuh dan mudah patah pada saat menerima beban.
- d. *Matrix bridging* yaitu patahan komposit dalam keadaan serat masih terikat dengan matrik secara utuh.
- e. Daerah patahan yang berlubang (*void*) yaitu terjadi karena terjebaknya udara saat proses mencetak komposit, sehingga menimbulkan cacat berupa lubang.

## 2.2 Kajian Penelitian yang Relevan

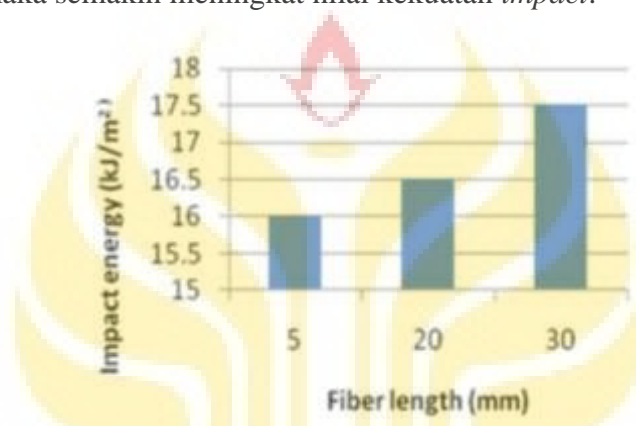
Zaman dan Beg (2014) tentang *Preparation, Structure, And Properties Of The Coir Fiber/Polypropylene Composites* menyatakan bahwa perlakuan *silane* 60 menit memiliki kekuatan *impact* sebesar  $20,4 \text{ kJ/m}^2$ , perlakuan alkali 60 menit memiliki kekuatan *impact* sebesar  $16,4 \text{ kJ/m}^2$  dan tanpa perlakuan memiliki kekuatan *impact* sebesar  $10,7 \text{ kJ/m}^2$  masing-masing dengan fraksi volume serat 40%. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa semakin besar fraksi volume serat yang digunakan, maka akan semakin meningkat nilai kekuatan *impact*.



Gambar 2.13 Hasil Pengujian *Impact* Berdasarkan Fraksi Volume Serat (Zaman dan Beg, 2014: 3297)



Naveen dan Yasaswi (2013) tentang *Experimental Analysis Of Coir-Fiber Reinforced Polymer Composite Materials* menyatakan bahwa komposit serat sabut kelapa bermatrik epoksi memiliki kekuatan *impact* tertinggi sebesar  $17,5 \text{ kJ/m}^2$  dengan panjang serat 30 mm dan terendah  $16 \text{ kJ/m}^2$  dengan panjang serat 5 mm. Hasil penelitian ini disimpulkan bahwa semakin panjang serat yang digunakan maka semakin meningkat nilai kekuatan *impact*.



Gambar 2.14 Hasil Pengujian *Impact* Berdasarkan Panjang Serat (Zaman dan Beg, 2014: 3297)

Kosjoko (2015) tentang *Upaya Peningkatan Kualitas Sifat Mekanik Komposit Serat Purun Tikus (Eleocharis Dulcis) Bermatrik Polyester Dengan Perlakuan NaOH* menyatakan bahwa variasi fraksi volume serat (20%, 30% dan 40%) memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada perlakuan alkali 5% menghasilkan nilai kekuatan tarik sebesar  $42,1 \text{ kN/mm}^2$  dengan fraksi volume serat 40%.

Tabel 2.6 Hasil Uji Tarik Komposit Serat Purun Tikus (Kosjoko, 2015)

No.	Perlakuan/tanpa perlakuan	Fraksi Volume 20%	Fraksi Volume 30%	Fraksi Volume 40%
1.	Tanpa Perlakuan	$17,5 \text{ kN/mm}^2$	$16,1 \text{ kN/mm}^2$	$14,6 \text{ kN/mm}^2$
2.	Diperlakukan Alkali	$32,7 \text{ kN/mm}^2$	$38,7 \text{ kN/mm}^2$	$42,1 \text{ kN/mm}^2$

Hasil pengujian tarik pada Tabel 2.6 disimpulkan bahwa terjadi peningkatan setiap penambahan fraksi volume serat dengan perlakuan alkali terhadap kekuatan tarik dibandingkan serat tanpa perlakuan mengalami penurunan kekuatan tarik setiap penambahan fraksi volume serat, dikarenakan serat dengan perlakuan alkali ikatan antara matrik dan serat lebih baik dari pada tanpa perlakuan.

Tabel 2.7 Hasil Uji *Bending* Komposit Serat Purun Tikus  
(Kosjoko, 2015)

No.	Perlakuan/tanpa perlakuan	Fraksi Volume 20%	Fraksi Volume 30%	Fraksi Volume 40%
1.	Tanpa Perlakuan	5,8 kN/mm <sup>2</sup>	5,5 kN/mm <sup>2</sup>	5,3 kN/mm <sup>2</sup>
2.	Diperlakukan Alkali	6,4 kN/mm <sup>2</sup>	7,5 kN/mm <sup>2</sup>	8,9 kN/mm <sup>2</sup>

Pada pengujian *bending* memiliki nilai kekuatan sebesar 8,9 kN/mm<sup>2</sup> pada fraksi volume serat 40%. Jadi hasil pengujian *bending* pada Tabel 2.7 tersebut disimpulkan bahwa semakin rendah fraksi volume serat tanpa perlakuan maka semakin tinggi kekuatan *bending*-nya, berbeda dengan perlakuan alkali semakin tinggi fraksi volume seratnya semakin tinggi kekuatan *bending*-nya, dikarenakan ikatan antara matrik dan serat sangat lebih baik untuk serat dengan perlakuan alkali.

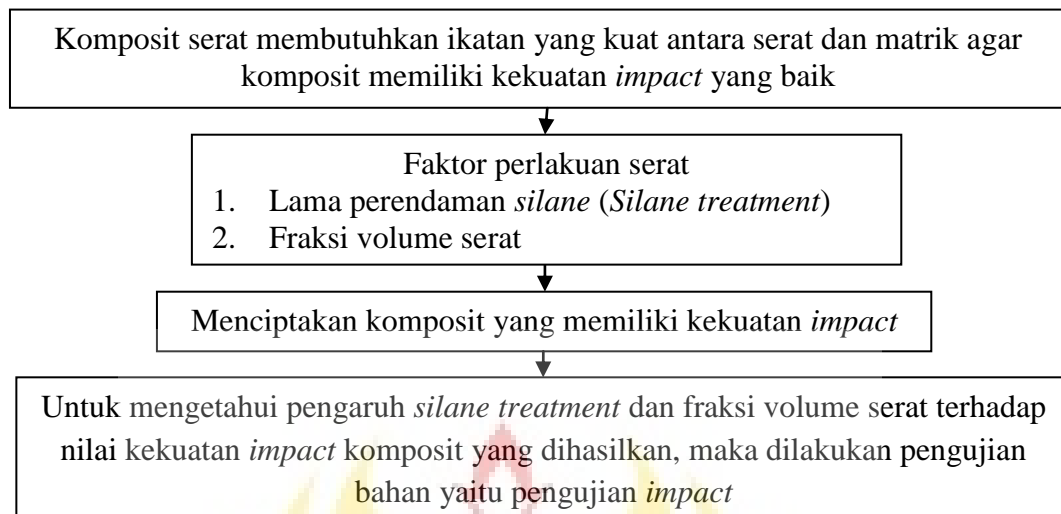
### 2.3 Kerangka Pikir Penelitian

Komposit serat terdiri dari serat sebagai penguat dan matrik sebagai pengikat. Pada bahan komposit serat berfungsi sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar dan kecil kekuatan suatu bahan komposit tergantung dengan kekuatan pembentuknya. Serat sebagai penguat komposit yang

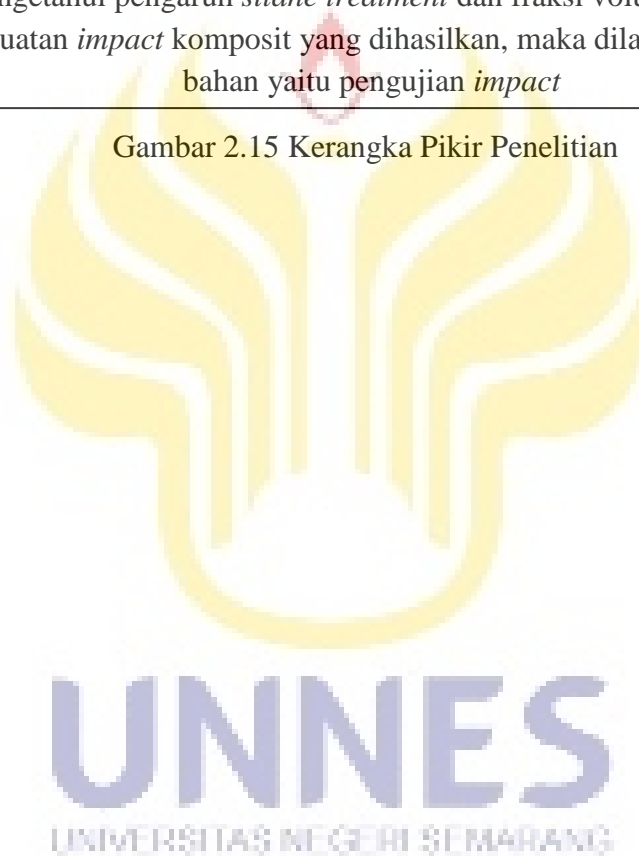
menentukan karakteristik komposit dari segi kekuatan suatu komposit serat. Ikatan antarmuka serat dan matrik mempengaruhi sifat mekanis dari suatu komposit, sehingga diperlukan suatu perlakuan serat untuk meningkatkan kekuatan ikatan antara serat dengan matrik. Perbandingan antara fraksi volume matrik dan serat juga menentukan kekuatan mekanis komposit yang dihasilkan.

Kekurangan dalam pembuatan komposit terdapat rongga-rongga antara serat dengan matrik. Rongga-rongga itu akan memperlemah ikatan suatu komposit dan mempengaruhi kekuatan sifat mekanis komposit. Berkurangnya rongga pada komposit akan meningkatnya kekuatan ikatan antarmuka serat dan matrik. Jika rongga tersebut berkurang maka komposit menghasilkan kekuatan *impact* yang tinggi, sehingga terjadi peningkatan kekuatan komposit.

Bahan penyusun utama spesimen komposit terdiri dari matrik *polyester* dan serat alam. Serat alam akan diperlakukan secara kimia menggunakan larutan *silane* dengan cara serat direndam dalam larutan *silane* menggunakan waktu perendaman tertentu sebelum masuk ke pembuatan komposit serat. Serat alam yang digunakan yaitu serat sabut kelapa. Penelitian ini yang menjadi variasi ialah lama perendaman dalam larutan *silane* 30 menit, 60 menit, 90 menit dan fraksi volume serat yaitu sebesar 30%, 35%, 40%. Secara sistematis kerangka pikir dapat ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 2.15 Kerangka Pikir Penelitian



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada pengaruh *silane treatment* dan fraksi volume serat terhadap komposit serat sabut kelapa-polyester dapat disimpulkan bahwa:

- 5.1.1 Terdapat pengaruh *silane treatment* terhadap kekuatan *impact* komposit serat sabut kelapa-*polyester*. Hasil dari pengaruh perlakuan *silane* 30, 60 dan 90 menit memiliki nilai rata-rata kekuatan *impact* 0,0962 J/mm<sup>2</sup>, 0,1086 J/mm<sup>2</sup> dan 0,1115 J/mm<sup>2</sup>. Berdasarkan perlakuan *silane* nilai rata-rata kekuatan *impact* yang tertinggi sebesar 0,1115 J/mm<sup>2</sup> dengan perlakuan *silane* 90 menit dan nilai rata-rata kekuatan *impact* yang terendah sebesar 0,0962 J/mm<sup>2</sup> dengan perlakuan *silane* 30 menit. Hal ini disebabkan perlakuan *silane* 90 menit lebih optimal dalam melapisi serat, dilihat dari *fiber pullout* mulai berkurang dibandingkan perlakuan *silane* 30 menit.
- 5.1.2 Terdapat pengaruh fraksi volume serat terhadap kekuatan *impact* komposit serat sabut kelapa-*polyester*. Hasil dari pengaruh fraksi volume serat 30%, 35% dan 40% memiliki nilai rata-rata kekuatan *impact* 0,0982 J/mm<sup>2</sup>, 0,1039 J/mm<sup>2</sup> dan 0,1140 J/mm<sup>2</sup>. Berdasarkan fraksi volume serat nilai rata-rata kekuatan *impact* yang tertinggi sebesar 0,1140 J/mm<sup>2</sup> dan nilai rata-rata kekuatan *impact* yang terendah sebesar 0,0982 J/mm<sup>2</sup> dengan fraksi volume

serat 30%. Hal ini disebabkan semakin besar fraksi volume serat yang digunakan maka semakin meningkat nilai rata-rata kekuatan impaknya.

## 5.2 Saran

Peneliti menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, peneliti mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun demi kesempurnaan hasil penelitian ini. Selain itu penulis juga menyarankan beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain:

- 5.2.1 Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukannya variasi lama perendaman dengan waktu yang lebih lama guna untuk mengetahui batas maksimum diwaktu berapakah hasil terbaik perlakuan *silane* yang dapat menghasilkan kekuatan *impact* tertinggi.
- 5.2.2 Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukannya variasi fraksi volume serat yang lebih banyak persentase penggunaan seratnya guna untuk mengetahui batas maksimum difraksi volume serat berapakah yang dapat menghasilkan kekuatan *impact* tertinggi.
- 5.2.3 Pada penelitian selanjutnya untuk memperkaya hasil penelitian pengujian pola patahan komposit perlu dilakukannya pengujian dengan metode lain seperti SEM, *ultrasonic testing*, *radiography testing* dan lain-lain.
- 5.2.4 Komposit serat sabut kelapa-*polyester* dengan perlakuan *silane* dapat dijadikan referensi bahan pengganti *dashboard* mobil jenis bahan ABS *High Impact* karena memiliki kekuatan *impact* yang lebih tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. Acrylonitrile Butadiene Styrene. (online) ([www.omnexus.com](http://www.omnexus.com)), diakses 2 Februari 2016.
- Akil, M. H. dkk. 2011. Kenaf Fiber Reinforced Composites: A review. *Journal Elsevier*. (online) 32 (8-9): 4107-4121, (<http://www.sciencedirect.com>), diakses 5 Januari 2016.
- Astika, M. I. dkk. 2013. Sifat Mekanis Komposit Polyester Dengan Penguat Serat Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Energi dan Manufaktur*. (online) 3 (2) ([www.ojs.unud.ac.id](http://www.ojs.unud.ac.id)), diakses 6 Oktober 2016
- Bakri dkk. 2012. Analisis Variasi Panjang Serat Terhadap Kuat Tarik dan Lentur Pada Komposit yang Diperkuat Serat Agave Angustifolia Haw. *Jurnal Mekanikal*. (online) 3 (1): 240-244, ([www.jurnal.untad.ac.id](http://www.jurnal.untad.ac.id)), diakses 2 Februari 2016.
- Berthelot, M. J. 1998. *Composite Material*. Translated by Cole, M. J. 1999. United States of America.
- Bledzki, K. A. dkk. 2006. Cars From Bio-Fibres. *Essay Macromolecular Materials and Engineering*. (online) 291: 449-457, ([www.libgen.org](http://www.libgen.org)), diakses 1 April 2016.
- Callister, D. W. 2007. *Materials Science and Engineering* (7<sup>th</sup> Ed.). New York: Department, John Wiley & Sons Inc.
- Darmanto, S. 2010. Analisa Perlakuan Silane Untuk Meningkatkan Kualitas Serat Pelepeh Kelapa. *Jurnal Teknis*. (online) 5 (3): 112-116, ([www.polines.ac.id](http://www.polines.ac.id)), diakses 15 Januari 2016.
- Diharjo, K. 2006. Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester. *Jurnal Teknik Mesin*. (online) 8 (1): 8-13, ([jurnalmesin.petra.ac.id](http://jurnalmesin.petra.ac.id)) diakses 20 Februari 2016.
- Dittenber, B. D. dan Gangrao, V. S. H. 2012. Critical Review Of Recent Publications On Use Of Natural Composites In Infrastructure. *Journal Elsevier*. (online) 43 (8): 1419-1429, (<http://www.sciencedirect.com>), diakses 5 Januari 2016.
- Flegel. 2000. Daimler Chrysler Uses Natural Fiber Composites In Engine Components. (online) ([www.composite.about.com](http://www.composite.about.com)), diakses 10 Januari 2016.
- Friedrich, Klaus. 2005. *Polymer Composite From Nano-to Macro-Scale*. New York: Springer
- Gibson, F. R. 1994. Principles Of Composite Material Mechanics. (online) ([www.rjafari.iut.ac.ir](http://www.rjafari.iut.ac.ir)), diakses 20 Januari 2016.
- Hadi. 2000. *Mekanika Struktur Komposit*. Jakarta: Direktorat P3M Dirjen Dikti Depdiknas.

- Herwandi dkk. 2014. Pengaruh Volume Serat Rekel Terhadap Kekuatan Tarik dan Impact Komposit Sebagai Bahan Pembuatan Dashboard Mobil. *Prosding SEMNASTEK 2014*. (online) 1: 1-6, ([www.jurnal.ftumj.ac.id](http://www.jurnal.ftumj.ac.id)), diakses 10 Januari 2016.
- Imron, M. 2010. Kajian Ketahanan Kejut (*Impact*) Beton Kertas Pada Variasi Campuran. *Jurnal Teknik Sipil*. (online) 14 (1): 1-9, ([www.digilib.uns.ac.id](http://www.digilib.uns.ac.id)), diakses 30 Januari 2016.
- ISO Standards, 179-1. Plastics – Determination of Charpy Impact Properties. Berlin, German: European Standard (2000).
- Kim, G. J. dkk. 2011. Flame And Silane Treatments For Improving The Adhesive Bonding Characteristics Of Aramid/Epoxy Composites. *Journal Elsevier*. (online) 93 (11): 2696-2705, (<http://www.sciencedirect.com>), diakses 5 Januari 2016.
- Jones, M. J. 1999. *Mechanics of Composite Material* (2<sup>nd</sup> Ed.). Philadelphia: Taylor & Francis Inc.
- Koskojoko. 2015. Upaya Peningkatan Kualitas Sifat Mekanik Komposit Serat Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) Bermatrik Polyester Dengan Perlakuan NaOH. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV*. (online) ([www.eprints.unlam.ac.id](http://www.eprints.unlam.ac.id)), diakses 2 Februari 2016.
- Li, X. dkk. 2007. Chemical Treatment Of Natural Fiber For Use In Natural Fiber-Reinforced Composite: A Review. *Journal Polymer Environ*. (online) 15 (1): 25-33, ([www.booksc.org](http://www.booksc.org)), diakses 15 Januari 2016.
- Mallick, K. P. 2008. *Fiber-Reinforced Composites Materials, Manufacturing And Design* (3<sup>th</sup> Ed.). (online) ([www.svslibrary.pbworks.com](http://www.svslibrary.pbworks.com)), diakses 20 Januari 2016.
- Maryanti, B. dkk. 2011. Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin*. (online) 2 (2): 123-129, ([www.rekayasamesin.ub.ac.id](http://www.rekayasamesin.ub.ac.id)), diakses 10 Februari 2016.
- May-Pat dkk. 2013. Effect Of Fiber Surface Treatments On The Essential Work Of Fracture Of HDPE-Continuous Henequen Fiber-Reinforced Composites. *Journal Elsevier*. (online) 32 (6): 1114-1122, (<http://www.sciencedirect.com>), diakses 1 Januari 2016.
- Mazumdar, K. S. 2002. *Composites Manufacturing Material, Product And Process Engineering*. (online) ([www.tratter.com.ar](http://www.tratter.com.ar)), diakses 20 Februari 2016.
- Mohammed, L. dkk. 2015. A Review On Natural Fiber Reinforced Polymer Composite And Its Applications. *International Journal Of Polymer Science*. (online) 15: 1-15, ([www.booksc.org](http://www.booksc.org)), diakses 10 Januari 2016.
- Naveen, E. N. P. dan Yasarwi, M. 2013. Experimental Analysis Of Coir-Fiber Reinforced Polymer Composite Materials. *Journal Mech. Eng. & Rob. Res*. (online) 2 (1): 10-18 ([www.ijmerr.com](http://www.ijmerr.com)), diakses 6 Oktober 2016.



- Oroh, J. dkk. 2013. Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Online PorosTeknik Mesin*. (online) 1 (1): 1-10, ([www.ejournal.unsrat.ac.id](http://www.ejournal.unsrat.ac.id)), diakses 10 Febuari 2016.
- Palungkun, R. 1993. *Aneka Produk Olahan Kelapa*. Jakarta: PT Penebar Swadaya.
- Pardede, I. R. S. 2015. Pengaruh Fraksi Massa Pada Susuna Serat Orientasi  $0^{\circ}$ - $90^{\circ}$  Terhadap Kekuatan Bending Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Matriks Epoxy. *Skripsi Universitas Lampung*. (online) ([www.digilib.unila.ac.id](http://www.digilib.unila.ac.id)), diakses 10 Maret 2016.
- Prasetyo, D. dkk. 2013. Pengaruh Penambahan Coupling Agent Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Polyester-Cantula Dengan Anyaman Serat 3D Angle Interlock. *Jurnal Mekanika*. (online) 12 (1): 44-52, ([jurnal.ft.uns.ac.id](http://jurnal.ft.uns.ac.id)), diakses 15 Januari 2016.
- Pratama, Y. Y. dkk. 2014. Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat dan Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. (online) 13 (1): 8-15, (<http://journals.ums.ac.id/>), diakses 15 Januari 2016.
- Schwartz, M. 1984. *Composite Material Handbook*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Surdia, T. dan Saito, S. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Syakur, A. dkk. 2011. Pengaruh Penambahan Silikon Terhadap Sudut Kontak Hidropobik dan Karakteristik Arus Bocor Permukaan Bahan Resin Epoksi. *Jurnal Teknik*. (online) 32 (3): 198-202, ([www.ejournal.undip.ac.id](http://www.ejournal.undip.ac.id)), diakses 15 Januari 2016.
- Vlack, L. H. V. 1994. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Jakarta: Erlangga.
- Wambua, P. dkk. 2003. Natural Fibres: Can They Replace Glass In Fibre Reinforced Plastics?. *Journal Elsevier*. (online) 63 (3): 1259-1264, ([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)), diakses 6 Oktober 2016.
- Wona, H. dkk. 2015. Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Bending dan Impak Komposit Polyester Berpenguat Serat Agave Cantula. *Jurnal Teknik Mesin*. (online) 2 (1): 39-50, ([www.ejournal-fst-unc.com](http://www.ejournal-fst-unc.com)), diakses 2 Febuari 2016.
- Zaman, U. H. dan Beg, MDH. 2014. Preparation, Structure and Properties of The Coir Fiber/Polypropylene Composites. *Journal of Composite Materials*. (online) 48 (26): 3293-3301, ([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)), diakses 6 Oktober 2016.