



# JURNAL TEKNIK MESIN

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| Najamudin dan Bambang Pratowo         | Peningkatan Kualitas Kekuatan Bahan Plat Dinding Corong Tuang ( <i>Hopper</i> ) Melalui Proses Chromizing Untuk Meningkatkan Jumlah Produksi Batu Bara |
| Muhamad Yunus, Najamudin dan Kurniadi | Pengaruh Perlakuan Quenching Tempering Terhadap Keluatan Impak pada Baja Karbon Sedang   |
| Kunarto dan Indra Sumargianto         | Serat tebu ( <i>Bagasse</i> ) Sebagai Bahan Pengisi Pada Komposit Dengan Matriks Resin Poliester   |
| Indra Surya dan Suhendar              | Sifat Mekanis Komposit Serat Acak Limbah Sabut Kelapa Bermatriks Polyester Resin   |
| Bambang Pratowo dan Novran Apriansyah | Analisis Kekuatan Fatik Baja Karbon Rendah SC 10 Dengan Tipe Rotari Bending  |
| Zein Muhamad                          | Penentuan Daya Kompresor Air Conditioning (AC) Pada Kendaraan Bus  |

UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG

|                           |        |       |             |                                      |                       |
|---------------------------|--------|-------|-------------|--------------------------------------|-----------------------|
| JURNAL<br>TEKNIK<br>MESIN | Vol. 2 | No. 1 | Hal<br>1-66 | Bandar<br>Lampung<br>Oktober<br>2016 | ISSN<br>2087-<br>3832 |
|---------------------------|--------|-------|-------------|--------------------------------------|-----------------------|



9 772087 383000



**Volume 2 Nomor 1, Oktober 2016**

**DEWAN REDAKSI**

- Pelindung : Dr.Eng. Fritz Akhmad Nuzir, ST, MA  
(Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Bandar Lampung)
- Penanggung Jawab : Ir. Indra Surya, MT  
(Ketua Program Studi Teknik Mesin UBL)
- Pimpinan Redaksi : Ir. Najamudin, MT
- Ketua Dewan Penyunting : Ir. Zein Muhamad , MT.
- Dewan Penyunting : Ir. Najamudin, MT. (UBL)  
Witoni, ST, MM. (UBL)  
Harjono Saputro, ST, MT. (UBL)  
Dr. Gusri Akhyar Ibrahim, ST, MT. (Unila)  
Dr. Amrizal, ST, MT. (Unila)
- Editor : Kunarto, ST, MT
- Sekretariat : Ir. Bambang Pratowo, MT.  
Suroto Adi
- Penerbit : Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Univesitas Bandar Lampung

Alamat Redaksi :  
Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Universitas Bandar Lampung  
Jalan ZA Pagar Alam No 26, Labuhan Ratu  
Bandar Lampung 35142  
Telp./Faks. : 0721-701463 / 0721-701467  
Email : jtmesin@ubl.ac.id





Volume 2 Nomor 1, Oktober 2016

## DAFTAR ISI

|  | Halaman |
|--|---------|
| Dewan Redaksi .....  | i       |
| Daftar Isi .....   | ii      |
| Pengantar Redaksi.....   | iii     |
| <br>Peningkatan Kualitas Kekuatan Bahan Plat Dinding Corong Tuang<br>( <i>Hopper</i> ) Melalui Proses Chromizing Untuk Meningkatkan Jumlah<br>Produksi Batu Bara<br><b>Najamudin dan Bambang Pratowo</b> ..... | 1-18    |
| <br>Pengaruh Perlakuan <i>Quenching-Tempering</i> Terhadap Kekuatan Impak<br>Pada Baja Karbon Sedang<br><b>Muhamad Yunus, Najamudin dan Kurniadi</b> .....   | 19-25   |
| <br>Serat Tebu ( <i>Bagasse</i> ) Sebagai Bahan Pengisi Pada Komposit<br>Dengan Matriks Resin Poliester<br><b>Kunarto dan Indra Sumargianto</b> .....  | 26-36   |
| <br>Sifat Mekanis Komposit Serat Acak Limbah Sabut Kelapa<br>Bermatriks Polyester Resin<br><b>Indra Surya dan Suhendar</b> .....   | 37-48   |
| <br>Analisis Kekuatan Fatik Baja Karbon Rendah<br>SC10 Dengan Tipe <i>Rotary Bending</i><br><b>Bambang Pratowo dan Novran Apriansyah</b> .....   | 49-58   |
| <br>Penentuan Daya Kompresor Air Conditioning (AC)<br>Pada Kendaraan Bus<br>Zein Muhamad .....   | 59-66   |
| <br>Informasi Penulisan Naskah Jurnal.....   | 67      |



Volume 2 Nomor 1, Oktober 2016

## PENGANTAR REDAKSI

Puji syukur kepada Allah SWT, atas terbitnya kembali Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung, Vol 2 No.1, Oktober 2016, rencananya jurnal ini akan diterbitkan 2 kali dalam setahun yaitu bulan April dan bulan Oktober setiap tahunnya.

Pada kesempatan kali ini redaksi menerbitkan 6 buah karya tulis hasil penelitian yang berasal dari staff pengajar internal Universitas Bandar Lampung, dan satu diantaranya dari luar Universitas Bandar Lampung.

Karya tulis hasil penelitian disajikan oleh Najamudin dan Bambang Pratowo dengan judul **“Peningkatan Kualitas Kekuatan Bahan Plat Dinding Corong Tuang (Hopper) Melalui Proses Chromizing Untuk Meningkatkan Jumlah Produksi Batu Bara”**, Muhamad Yunus, Najamudin dan Kurniadi dengan judul **“Pengaruh Perlakuan Quenching-Tempering Terhadap Kekuatan Impak Pada Baja Karbon Sedang”**, Kunarto dan Indra Sumargianto dengan judul **“Serat Tebu (Bagasse) Sebagai Bahan Pengisi Pada Komposit Dengan Matriks Resin Poliester”**, Indra Surya dan Suhendar dengan judul **“Sifat Mekanis Komposit Serat Acak Limbah Sabut Kelapa Bermatriks Polyester Resin”**. Bambang Pratowo dan Novran Apriansyah dengan judul **“Analisis Kekuatan Fatik Baja Karbon Rendah SC10 Dengan Tipe Rotary Bending”**, Zein Muhamad dengan judul **“Penentuan Daya Kompresor Air Conditioning (AC) Pada Kendaraan Bus”**.

Semoga jurnal yang kami sajikan ini bermanfaat untuk semua dan jurnal ini terus melaju dengan tetap konsisten untuk memajukan misi ilmiah. Untuk edisi mendatang kami sangat mengharapkan peran serta rekan-rekan sejawat untuk mengisi jurnal ini agar tercapai penerbitan jurnal ini secara berkala.

Bandar Lampung, Oktober 2016

Redaksi

# Serat Tebu (*Bagasse*) Sebagai Bahan Pengisi Pada Komposit Dengan Matriks Resin Poliester

Kunarto <sup>1)</sup>, Indra Sumargianto <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Dosen Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung

<sup>2)</sup>Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung

## Abstrak

Penggunaan material komposit dengan *filler* serat alam mulai banyak dikenal dalam industri manufaktur. Material yang ramah lingkungan, mampu didaur ulang, serta mampu dihancurkan sendiri oleh alam merupakan tuntutan teknologi sekarang ini. Salah satu material yang diharapkan mampu memenuhi hal tersebut adalah material komposit dengan material pengisi (*filler*) serat alam. Penelitian dilakukan dengan pengujian tarik berstandar ASTM D 638 M (M-I). Serat yang digunakan pada komposit adalah serat tebu (*bagasse*) dengan matriks resin poliester.

Berdasarkan variabel yang diteliti, kekuatan tarik ( $F^u$ ) dengan nilai rata-rata tertinggi terjadi pada komposit dengan fraksi volume 85% matriks : 15% serat yaitu sebesar 3,35 MPa sedangkan kekuatan tarik ( $F^u$ ) dengan nilai rata-rata terendah terjadi pada komposit dengan fraksi volume 95% matriks : 5% serat yaitu sebesar 2,54 MPa. Kekuatan tarik mengalami kenaikan terhadap peningkatan fraksi volume serat.

Spesimen uji yang mengalami regangan dan patah pada titik *load* yaitu spesimen uji dengan fraksi volume 85% matriks : 15% serat dengan nilai kekuatan tarik sebesar 2,95 MPa, regangan sebesar 8% dan modulus young sebesar 36,875 MPa.

Keyword : Bagas, komposit, matrik resin poliester

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Penggunaan material komposit dengan *filler* serat alam mulai banyak dikenal dalam industri manufaktur. Material yang ramah lingkungan, mampu didaur ulang, serta mampu dihancurkan sendiri oleh alam merupakan tuntutan teknologi sekarang ini. Salah satu material yang diharapkan mampu memenuhi hal tersebut adalah material komposit dengan material pengisi (*filler*) serat alam.

Keunggulan yang dimiliki oleh serat alam antara lain : non-abrasive, densitas rendah, harga lebih murah, ramah lingkungan, dan tidak membahayakan bagi kesehatan. Penggunaan serat alam sebagai *filler* dalam komposit tersebut terutama untuk lebih menurunkan biaya bahan baku dan peningkatan nilai salah satu produk pertanian.

Serat alam dapat menjadi *filler* dalam komposit karena kandungan selulosa, beberapa serat alam yang memiliki selulosa antara lain : kenaf, cantalu, tebu,

jagung, abaca, padi, ramie dan lain-lain. Tebu memiliki nama ilmiah *Saccharum officinarum*. Ampas dari tanaman tebu atau umum disebut *bagasse* banyak dimanfaatkan oleh pabrik sebagai bahan baku kertas, bahan bakar, bahan baku industri kanvas rem, industri jamur dan lain-lain. Namun ampas dari tanaman tebu (*bagasse*) tersebut belum dimanfaatkan secara maksimum meskipun selama ini tetap diusahakan untuk digunakan semaksimal mungkin dengan dibakar sebagai bahan bakar reboiler, tetapi itu tidak menjadikan *bagasse* bernilai lebih tinggi.

Serat tebu juga merupakan bahan serat alam yang memiliki sifat mekanik yang baik sebagai serat alam seperti serat bambu, serat pohon kelapa, serat enceng gondok dan lain-lain yaitu :

- Berat jenis ( $\rho$ ) : 1,25 g/cm<sup>3</sup>
- Tegangan tarik ( $\sigma$ ) : 290 MPa
- Modulus Young (E) : 17 GPa

Kekuatan tarik pada komposit serat tebu (*bagasse*) menunjukkan hasil peningkatan nilai kekuatan tarik berbanding terbalik dengan nilai variasi peningkatan fraksi volume serat, pada fraksi volume serat 10% dengan pengujian tarik sedikit terdapat *void*, namun pada volume 15% dan 20% lebih banyak *void* disekitar serat *fiber breaking* mengakibatkan ikatan serat dan matriks kurang baik. Nilai kekuatan tarik yang cenderung menurun ditunjukkan dengan nilai tarik maksimum pada fraksi volume 10% sebesar 13,65 MPa dan nilai terendah pada fraksi volume 20% dengan nilai kekuatan tarik 9,55 MPa dengan menggunakan pengujian tarik standar ASTM D3039 (Agung, 2010).

### 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kekuatan tarik yang paling optimal dari komposit serat tebu (*bagasse*) pada fraksi volume 95%:5%, 90%:10%, 85%:15%.
2. Mengetahui jenis patahan pengujian tarik dengan foto makro.

### 1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini yaitu :

1. Penelitian dilakukan dengan pengujian tarik berstandar ASTM D 638 M (M-I).
2. *Bagasse* diasumsikan kering seragam dengan melakukan pengeringan menggunakan oven bersuhu 135° C sebelumnya selama 2 jam.
3. Komposit diasumsikan elastis, homogen, distribusi *bagasse* seimbang dan ikatan antara serat dengan matrik sempurna.
4. *Bagasse* yang digunakan berukuran  $\pm 2$  mm.
5. Resin yang digunakan adalah resin poliester tak jenuh YUKALAC 157 BQTN-EX dengan hardener MEKPO.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Komposit

Kata “komposit” dapat diartikan sebagai dua atau lebih bahan/material yang dikombinasikan menjadi satu, dalam skala makroskopik sehingga menjadi satu kesatuan. Dengan kata lain, secara mikro material komposit dapat dikatakan sebagai material yang heterogen sedangkan

dalam skala makro material tersebut dianggap homogen (Bambang, 1990).

Gurdal (1999) mengatakan bahwa komposit adalah bahan heterogen yang terdiri dari bahan pengikat (*matriks*) dan bahan penguat (*reinforcement*). Komposit terdiri dari dua bahan penyusun yaitu bahan utama sebagai bahan pengikat dan bahan pendukung sebagai penguat. Bahan utama membentuk matriks dimana bahan penguat ditanamkan di dalamnya. Bahan penguat dapat berbentuk serat, partikel, serpihan atau juga dapat berbentuk yang lain.

Dari pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa komposit adalah bahan yang dibentuk dari dua jenis material yang berbeda yaitu :

1. Penguat (*reinforcement*), yang mempunyai sifat kurang *ductile* tetapi lebih kaku serta lebih kuat.
2. Matriks, umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah.

### 2.2 Komposisi Kimia Serat Alam

Tiap jenis serat alam memiliki kandungan yang berbeda-beda. Tabel 2.1 Menunjukkan komposisi kimia penyusun bermacam-macam serat alam.

**Tabel 2.1** Komposisi Kimia Berbagai Jenis Serat Alam, Hattalia (2002), Hoareau (2004) dan Valadez (1999)

| <i>Fiber</i>   | <i>Cellulose</i><br>(wt%) | <i>Hemisellulose</i><br>(wt%) | <i>Lignin</i><br>(wt%) | <i>Waxes</i><br>(wt%) |
|----------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Abaca          | 56-63                     | 20-25                         | 7-9                    | 3                     |
| Alfa           | 45,4                      | 38,5                          | 14,9                   | 2                     |
| <b>Bagasse</b> | <b>55,2</b>               | <b>16,8</b>                   | <b>25,3</b>            | -                     |
| Bamboo         | 26-43                     | 30                            | 21-31                  | -                     |
| Banana         | 63-64                     | 19                            | 5                      | -                     |
| Coir           | 32-43                     | 0,15-0,25                     | 40-45                  | -                     |
| Cotton         | 85-90                     | 5,7                           | -                      | 0,6                   |
| Curaua         | 73,6                      | 9,9                           | 7,5                    | -                     |
| Flax           | 71                        | 18,6-20,6                     | 2,2                    | 1,5                   |
| Hemp           | 68                        | 15                            | 10                     | 0,8                   |
| Henequen       | 60                        | 28                            | 8                      | 0,5                   |
| Isora          | 74                        | -                             | 23                     | 1,09                  |
| Jute           | 61-71                     | 14-20                         | 12-13                  | 0,5                   |
| Kenaf          | 72                        | 20,3                          | 9                      | -                     |
| Kudzu          | 33                        | 11,6                          | 14                     | -                     |
| Nettle         | 86                        | 10                            | -                      | 4                     |
| Oil palm       | 65                        | -                             | 29                     | -                     |
| Piassava       | 28,6                      | 25,8                          | 45                     | -                     |
| Pineapple      | 81                        | -                             | 12,7                   | -                     |
| Ramie          | 68,6-76,2                 | 13-16                         | 0,6-0,7                | 0,3                   |
| Sisal          | 65                        | 12                            | 9,9                    | 2                     |
| Sponge guard   | 63                        | 19,4                          | 11,2                   | 3                     |
| Straw (Wheat)  | 38-45                     | 15-31                         | 12-20                  | -                     |
| Sun hemp       | 41-48                     | 8,3-13                        | 22,7                   | -                     |

### 2.3 Sifat Mekanik Serat Alam

Selain komposisi kimia yang bermacam-macam, sifat-sifat mekanik antara serat yang satu dengan yang lain juga berbeda seperti pada tabel 2.2

**Tabel 2.2** Sifat-Sifat Mekanik Berbagai Jenis Serat Alam (Hattalia, 2002)

| Fiber          | Tensile          | Young's          | Elongation        | Density              |
|----------------|------------------|------------------|-------------------|----------------------|
|                | Strenth<br>(Mpa) | Modulus<br>(Gpa) | At Break<br>(wt%) | (g/cm <sup>3</sup> ) |
| Abaca          | 400              | 12               | 3-10              | 1,5                  |
| Alfa           | 350              | 22               | 5,8               | 0,89                 |
| <b>Bagasse</b> | <b>290</b>       | <b>17</b>        | -                 | <b>1,25</b>          |
| Bamboo         | 140-230          | 11-17            | -                 | 0,6-1,1              |
| Banana         | 500              | 12               | 5,9               | 1,35                 |
| Coir           | 175              | 4-6              | 30                | 1,2                  |
| Cotton         | 287-597          | 5,5-12,6         | 7-8               | 1,5-1,6              |
| Curaua         | 500-1150         | 11,8             | 3,7-4,3           | 1,4                  |
| Date palm      | 97-196           | 2,5-5,4          | 2-4,5             | 1-1,2                |
| Flax           | 345-1035         | 27,6             | 2,7-3,2           | 1,5                  |
| Hemp           | 690              | 70               | 1,6               | 1,48                 |
| Henequen       | 500-670          | 13,2-63,1        | 4,8-61,1          | 1,2                  |
| Isora          | 500-600          | -                | 5-6               | 1,2-1,3              |
| Jute           | 393-773          | 26,5             | 1,5-1,8           | 1,3                  |
| Kenaf          | 930              | 53               | 1,6               | -                    |
| Nettle         | 650              | 38               | 1,7               | -                    |
| Oil palm       | 248              | 3,2              | 25                | 0,7-1,55             |
| Piassava       | 134-143          | 1,07-4,59        | 21,9-7,8          | 1,4                  |
| Pineapple      | 144              | 400-627          | 14,5              | 0,8-1,6              |
| Ramie          | 560              | 24,5             | 2,5               | 1,5                  |
| Sisal          | 511-635          | 9,4-22           | 2,0-2,5           | 1,5                  |

Menurut Goda (2007), meskipun kekuatan tarik dan modulus serat alam tidak sebaik serat gelas, kekuatan tarik dan modulusnya mendekati serat gelas. Sehingga memberi kemungkinan bahwa serat alam bisa menggantikan serat gelas sebagai penguat pengganti komposit.

### 2.4. Kelebihan dan Kekurangan Serat Alam

#### a. Kelebihan Serat Alam

Menurut Khoathane (2005), serat alam mendapat perhatian dari para ahli material komposit karena :

- Merupakan *raw material* terbaharui dan ketersediannya berlimpah di daerah tertentu.
- Mempunyai sifat mekanik yang baik, terutama kekuatan tarik.
- *Combustibility* artinya serat alam dapat dibakar jika tidak digunakan lagi dan energi pembakarannya dapat dimanfaatkan.

- *Biodegradability* artinya bersifat mekanik.
- *Reactivity* artinya sifatnya dapat dimodifikasi dengan perlakuan kimia.
- *Ringan*, pada industri *automotive* penggunaan serat alam dapat mengurangi berat komponen 10% - 30%.
- *Aman bagi kesehatan* karena merupakan bahan alam yang bebas dari bahan kimia sintesis, selain itu bila dibakar tidak menimbulkan racun.

#### b. Kekurangan Serat Alam

Selain kelebihan, serat alam juga memiliki kekurangan yang perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengurangi kekurangan tersebut.

Menurut Khoathane (2005), kekurangan serat alam yaitu :

- Kualitasnya bervariasi bergantung pada cuaca, jika cuaca cerah atau tidak hujan maka serat yang didapat memiliki kelembaban yang rendah yang berguna dalam proses pembuatan matriks mengembang dan timbul *void*.
- *Temperatur prosesnya terbatas*. Hal ini disebabkan karena sifat serat alam adalah mudah terbakar sehingga jika temperatur prosesnya terlalu tinggi maka serat akan terbakar.
- *Kemampu-rekatannya rendah*. Hal ini dikarenakan kandungan *lignin* dan minyak. Pertemuan antara serat dan matriks dibatasi oleh *lignin* atau minyak yang mengurangi kekuatan rekat serat dengan matriks.
- *Dimensinya bervariasi antara serat yang satu dengan serat yang lain walau satu jenis serat*. Hal ini dikarenakan sifat serat alam yang higroskopik, dimana antara serat yang satu dengan yang lain memiliki kadar penyerapan air yang berbeda-beda. Jika daya serapnya tinggi, maka dimensi serat menjadi lebih besar dibanding serat yang daya serapnya rendah.

### 2.5 Serat Limbah Ampas Tebu (*Bagasse*)

#### 2.5.1 *Bagasse* di Pabrik Pengolahan Tebu

*Bagasse* atau lazim disebut ampas tebu adalah hasil samping dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu. Dari satu pabrik dihasilkan ampas tebu sekitar 35% – 40% dari berat tebu yang

digiling. Panjang seratnya bervariasi antara 1,7 mm sampai 2 mm dan ada juga yang mencapai 1 cm dengan diameter sekitar 20 mikro. Ini karena pada umumnya suatu pabrik memiliki standar dengan istilah yang disebut PI (*preparation index*) yaitu kadar kekasaran ampas tebu dengan SOP (standard operasional pabrik) 90% - 92%. PI dengan SOP yang digunakan yaitu dengan keadaan kondisi kadar air 48% - 52%, kadar gula rata-rata 3,3% dan serat rata-rata 47,7%.



**Gambar 2.1** Bentuk Limbah Ampas Tebu

## 2.5.2 Karakteristik Limbah Serat Tebu (*Bagasse*)

### a. Karakteristik Fisik

**Tabel 4.** Karakteristik Fisik Serat Tebu dalam Hattalia (2002).

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <i>Length, mm</i>             | 103 – 126 |
| <i>Fiber Diameter (D), μm</i> | 1,2 – 2,7 |
| <i>Tex, mg/mm</i>             | 1,37      |

### b. Karakteristik Mekanik

**Tabel 5.** Sifat Mekanik Serat Tebu (El Tayeb, 2007)

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| <i>Tensile Strength, MPa</i>     | 290  |
| <i>Young Modulus, GPa</i>        | 17   |
| <i>Density, g/cm<sup>3</sup></i> | 1,25 |

### c. Karakteristik Kimia

**Tabel 6.** Komposisi Kimia Serat Tebu (Shang, 2004)

| <i>Chemical Composition</i> | <i>Percentage (%) on Dry weight</i> |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| Cellulose                   | 26 – 43                             |
| Hemicellulose               | 17 – 23                             |
| Pentosans                   | 20 - 33                             |
| Lignin                      | 13 – 22                             |

## 2.5.3. Hasil Penelitian Komposit Berpenguat Serat Tebu (*Bagasse*)

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan penggunaan serat tebu sebagai penguat pada macam-macam matriks dalam suatu komposit.

Diantara penelitian ini antara lain ;

Menurut A. Mohd. Mustafa Al Bakri (2008), tentang properti dari komposit polimer berpenguat serat tebu (*bagasse*) murni yang kemudian dihancurkan dengan blender setelah diberi perlakuan alkali selama 3 hari. Menghasilkan variasi serat sepanjang 300 μm dan 425 μm dan diberikan perlakuan tambahan pada serat untuk menambah kekuatan adhesive serat dan resin poliesterin. Selanjutnya dikeringkan menggunakan oven bersuhu 50° C selama 24 jam. Penelitian ini diarahkan untuk menghitung kekuatan bending dan daya serap papan fiber terhadap air, untuk masing-masing volume fraksi 80:20, 70:30 dan 60:40. Hasilnya diketahui kekuatan maksimumnya adalah 42,12 MPa pada volume fraksi 60:40. Sedangkan untuk daya serap terhadap air cenderung menurun atau lebih baik karena jika daya serap papan fiber terhadap air berkurang berarti kekuatan adhesive fiber terhadap matriks meningkat. Proses pencetakan dilakukan dengan alat uniaxial press.

Menurut N. S. M. El – Tayeb (2007), lebih jauh lagi meneliti tentang potensi komposit tebu pada aplikasi tribologi, yang menggunakan resin Reservol P9509. Pada penelitian ini serat diambil secara manual dengan tangan dan kemudian dilakukan variasi pada susunan serat pada pembuatan spesimen uji, yaitu secara acak dengan panjang serat 1,5 mm dan 10 mm. Pola bersusun seperti jaring dengan panjang rata-rata 80 mm x 80 mm. Selanjutnya serat dikeringkan dengan sinar matahari, Setelah serat kering baru dilakukan pencetakan dengan cetakan stainless steel. Dan dilakukan perbandingan dengan serat gelas/*glass fibre* untuk menganalisa hasil yang ingin dicapai, karena selama ini pada aplikasi tribologi digunakan serat gelas. Hasil yang didapat adalah pola susunan serat berbentuk/dengan pola jaring ternyata lebih efektif daripada



acak, hasil perbandingan terhadap pengujian keausan didapat bahwa komposit serat tebu lebih baik dibandingkan dengan serat gelas. Ini terbukti dari hasil pengujian keausan, ketahanan aus pada komposit tebu mencapai beban 60 N dan 80 N, sedangkan pada serat gelas hanya mampu pada beban 40 N untuk jumlah keausan yang sama.

## 2.6 Polimer Sebagai Matriks

### 2.6.1 Sifat Polimer

Menurut Surdia (1992), sifat-sifat khas dari bahan polimer pada umumnya yaitu :

- a. Polimer memiliki sifat mudah dibentuk. Pada temperatur relatif rendah bahan dapat dicetak dengan penyuntikan, penekanan, ekstrusi dan seterusnya yang menyebabkan biaya pembuatan lebih rendah daripada bahan material lain.
- b. Sebagian besar produk bahan polimer ringan tetapi kuat. Berat jenis polimer rendah bila dibandingkan dengan logam dan keramik yaitu  $1,0 \text{ kg/m}^3$ – $1,7 \text{ kg/m}^3$ .
- c. Sebagian besar polimer mempunyai sifat isolasi listrik yang baik, disamping itu bahan polimer dapat dibuat menjadi konduktor dengan jalan mencampurnya dengan serbuk logam, butiran karbon dan sebagainya.

### 2.6.2 Jenis-Jenis Polimer

Menurut Groover (1996), pada umumnya bentuk penguat komposit dengan matriks polimer (PMCs) memiliki beberapa jenis polimer yang dapat digunakan sebagai bahan matriks yaitu :

- a. *Termoplastik*  
Termoplastik merupakan polimer yang memiliki struktur berupa rantai panjang yang lurus, akan melunak dan mencair jika dipanaskan dan mengeras lagi jika didinginkan. Beberapa jenis termoplastik yaitu : *polyethylene*, *polypropylene*, *nylon* dan lain-lain.
- b. *Termoset*  
Dalam bentuk padat, termoset membentuk ikatan silang (*cross linked*) antar benang-benang polimer dalam bentuk tiga dimensi yang tidak mencair pada temperatur tinggi. Jenis-jenis termoset yaitu : *phenol formaldehyde*, *melamine formaldehyde*, *urea*

*formaldehyde*, resin poliester dan lain-lain.

- c. *Elastomer*  
Elastomer merupakan jenis polimer dengan elastisitas tinggi.
- d. *Polimer Natural*  
Polimer natural seperti selulosa dan protein, dimana bahan dasar terbuat dari tumbuhan dan hewan.

## III. METODE PENELITIAN

### 3.1. Bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Resin Poliester Tak Jenuh *YUKALAC 157 BQTN-EX* yang berfungsi sebagai matriks.
2. Serat limbah ampas tebu (*Bagasse*) sebagai penguat komposit.
3. Larutan alkali 5 % NaOH untuk melepaskan minyak dan kontaminan yang melekat pada serat.
4. *Aquades* untuk menghilangkan kadar NaOH yang masih ada dalam *bagasse*.
5. Katalis *MEKPO (Metil Etil Keton Peroksida)* yang berfungsi sebagai zat *curing* untuk mempercepat proses *curing*.
6. *Mirror glaze* berfungsi sebagai pelapis antara cetakan dengan komposit sehingga komposit dapat dilepas dengan mudah dari cetakan.

### 3.2. Alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam

Penelitian antara lain :

1. Ayakan untuk mendapatkan serat berukuran  $\pm 2 \text{ mm}$ .
2. *Oven listrik* sebagai alat pengering serat tebu.
3. Cetakan dari bahan kaca, yang dibentuk sesuai geometri spesimen uji untuk mencetak komposit.
4. *Furnace* untuk proses *post-curing* komposit.
5. Timbangan digital untuk mengukur massa pada resin dan *bagasse*.
6. Jangka sorong untuk mengukur dimensi spesimen uji.
7. *Grinder* untuk *finishing* geometri spesimen uji.
8. *Universal Testing Machine* untuk pengujian tarik.

### 3.3. Perbandingan Fraksi Volume Spesimen Uji

Perbandingan fraksi volume spesimen uji adalah :

1. 95 % matriks : 0,5 % serat
2. 90 % matriks : 10 % serat
3. 85 % matriks : 15 % serat

Contoh untuk rasio perbandingan massanya adalah :

1. 9,5 gram matriks : 0,5 gram serat
2. 9 gram matriks : 1 gram serat
3. 8,5 gram matriks : 1,5 gram serat

### 3.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian terbagi menjadi 4 (empat) tahap yaitu :

1. Persiapan serat.
2. Pencetakan komposit dan *pressing*.
3. *Post-curing* dan *finishing* spesimen uji.
4. Pengujian dan pengolahan data.

#### 3.4.1 Persiapan Serat

Langkah-langkah persiapan serat sebagai berikut :

- a. Serat limbah tebu yang telah diurai dan disortir mula-mula dicuci dengan air bersih.
- b. Serat kemudian direndam dengan larutan alkali 5 % NaOH selama 2 jam.
- c. Serat kemudian dibilas air bersih.
- d. Serat kemudian dikeringkan dengan oven bersuhu  $135^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam.

#### 3.4.2 Pencetakan Komposit dan Pressing

Proses pembuatan komposit dilakukan dengan metode *hand lay-up*. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Cetakan kaca yang telah dibentuk dibersihkan, kemudian lapisi permukaannya dengan *mirror glaze* secara merata agar komposit tidak menempel pada cetakan.
- b. Membuat campuran resin dengan katalis dengan perbandingan 99:1 kemudian diaduk secara merata dan didiamkan selama 5 menit agar gelembung udara yang terkandung di campuran terlepas .

- c. Mengoleskan permukaan cetakan dengan campuran resin tadi hingga merata.
- d. Selanjutnya masukkan serat (arah serat kontinu) di atasnya sesuai perbandingan volume yang telah ditentukan dengan mencampurkan resin di atasnya hingga penuh cetakan.
- e. Letakkan kaca di atasnya agar permukaan komposit menjadi rata, kemudian beri beban di atasnya.
- f. Biarkan hingga mengering selama  $\pm 9$  jam, kemudian komposit dikeluarkan dari cetakan.



Gambar 3.1 Furnace

Setelah itu spesimen kemudian diukur geometrinya agar sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Jika belum sesuai, spesimen diampelas dengan grinder hingga geometrinya sesuai dengan standar yang digunakan.

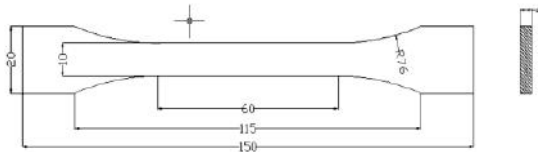


Gambar 3.2 Grinder

Adapun standar yang digunakan untuk spesimen yaitu :

- a. Uji tarik menggunakan standar ASTM D 638 M (M-I)

Berdasarkan ASTM D-638 M (M-I) geometri spesimen uji tarik untuk orientasi serat memanjang.



Gambar 3.2 Geometri Spesimen Uji Tarik

#### b. Jumlah Spesimen Uji

Jumlah spesimen uji dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 10. Jumlah Spesimen Uji

| No     | Jenis Pengujian | Komposit Tebu ( <i>Bagasse</i> ) |            |            |
|--------|-----------------|----------------------------------|------------|------------|
|        |                 | 5 % serat                        | 10 % serat | 15 % serat |
| 1.     | Uji Tarik       | 2                                | 2          | 2          |
| Jumlah |                 | 2                                | 2          | 2          |

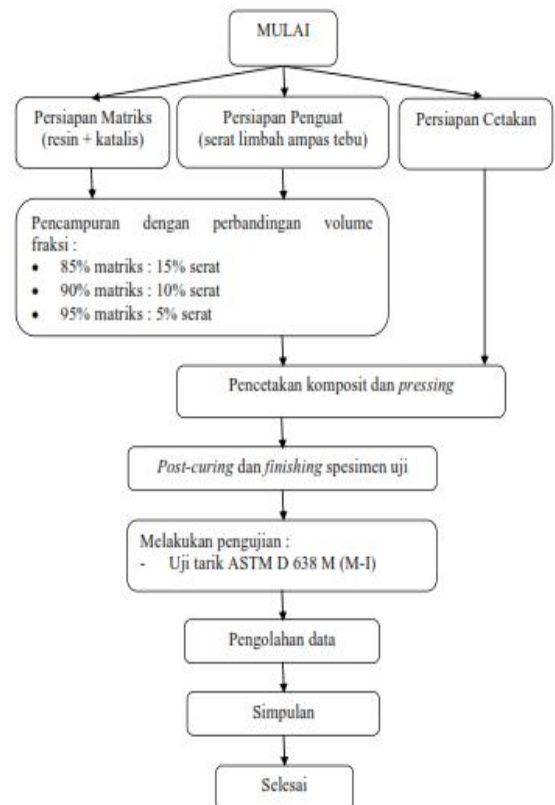
#### 3.4.3 Pengujian dan Pengolahan Data

Setelah pembuatan spesimen uji selesai dilakukan, dapat dilaksanakan proses pengujian spesimen. Pengujian yang dilakukan yaitu uji tarik. Pengujian tarik bertujuan untuk mendapatkan nilai *load* dan *elongation* yang berguna dalam proses perhitungan kekuatan tarik komposit. Selain itu, pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kegagalan makro yang terjadi pada spesimen. Pengujian menggunakan mesin uji seperti pada gambar.



Gambar 3.3 Mesin Pengujian Tarik

### 3.5 Alur Proses Pengujian



Gambar 3.4 Diagram Alir Proses Penelitian

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil

Penelitian ini menggunakan komposit yang berserat alam yaitu serat tebu (*bagasse*). Spesimen uji yang dipersiapkan berjumlah 9 (sembilan) buah yang dibagi menjadi 3 (tiga) fraksi volume serat. Dengan setiap fraksi volume serat berjumlah 3 (tiga) buah spesimen uji.

Fraksi volume serat yang pertama yaitu 95% matriks : 5% serat, fraksi volume serat yang kedua yaitu 90% matriks : 10% serat dan fraksi volume ketiga yaitu 85% matriks : 15% serat. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



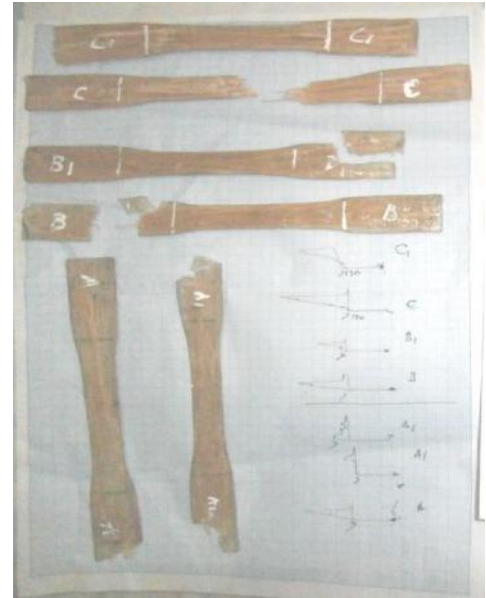
**Gambar 4.1** Spesimen Uji

A = Fraksi Volume Serat dengan 95% matriks : 5% serat,  
 B = Fraksi Volume Serat dengan 90% matriks : 10% serat,  
 C = Fraksi Volume Serat dengan 85% matriks : 15% serat).

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari komposit pada setiap fraksi volume serat. Patahan komposit yang terjadi yaitu jenis patahan LGM (*Lateral at Grip Middle*) atau patahan pada bagian tengah spesimen. Kondisi ini menunjukkan patahan yang terjadi sudah baik dan berarti load terdistribusi secara merata.

Namun, ada beberapa spesimen yang mengalami patah tidak pada titik load atau bagian tengah spesimen uji diakibatkan adanya daerah yang kekurangan akan serat sebagai akibat dari distribusi serat yang kurang merata sehingga mengakibatkan tegangan dalam di daerah tersebut menjadi rendah. Maka, saat penarikan daerah tersebut yang lebih dahulu mengalami patah. Selain itu dapat diakibatkan dari penekaman (*holder*) spesimen pada mesin uji terlalu kencang.

Hasil pengujian yang berhasil didapatkan berjumlah 6 (enam) buah spesimen dengan memperhitungkan 3 (tiga) buah spesimen dari setiap fraksi volume serat sebagai spesimen uji cadangan jika terjadi kegagalan dalam pengujian tetapi hasil uji tidak dimasukkan kedalam penghitungan.



**Gambar 4.2** Patahan Komposit

#### 4.2. Pembahasan

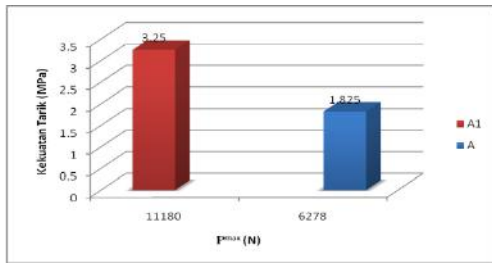
Berikut adalah data kekuatan tarik yang diperoleh dalam pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1

**Tabel 4.1** Hasil uji tarik komposit

| No        | Fraksi Volume Matriks dan Serat (MPa) |               |             |
|-----------|---------------------------------------|---------------|-------------|
|           | Serat 5% (A)                          | Serat 10% (B) | Serat 15% © |
| 1         | 3.25                                  | 2.4           | 3.75        |
|           | 1.825                                 | 3.2           | 2.95        |
| Rata-rata | 2.54                                  | 2.8           | 3.35        |

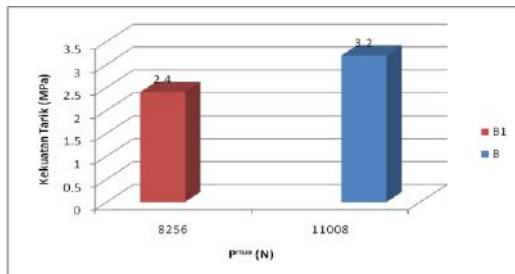
Dari tabel 4.1 diatas kita dapat membuat suatu grafik untuk mempermudah dalam membandingkan kekuatan tarik antara setiap fraksi volume.

Pada spesimen uji A1 terjadi kekuatan tarik sebesar 3,25 MPa dengan beban sebesar 11180 N sedangkan pada spesimen uji A terjadi kekuatan tarik sebesar 1,825 MPa dengan beban sebesar 6278 N. Terjadi penurunan pada kekuatan tarik yang terjadi pada spesimen dan terjadi penurunan juga pada beban yang dapat ditahan oleh spesimen hingga putus.



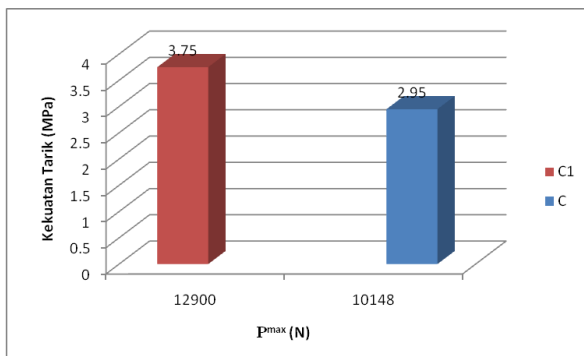
**Gambar 4.3** Grafik Hubungan Kekuatan Tarik dengan Beban Maksimum pada Fraksi Volume Serat 5%

Pada spesimen uji B1 terjadi kekuatan tarik sebesar 2,4 MPa dengan beban sebesar 8256 N sedangkan pada spesimen uji B terjadi kekuatan tarik sebesar 3,2 MPa dengan beban sebesar 11008 N. Terjadi kenaikan kekuatan tarik yang dihasilkan disertai dengan naiknya beban yang mampu ditahan oleh spesimen hingga putus.



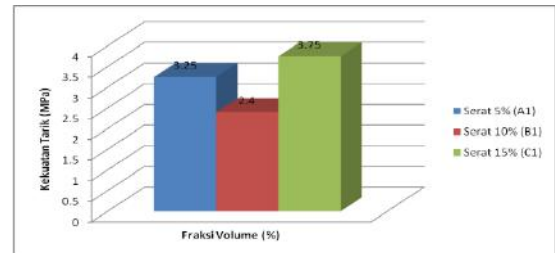
**Gambar 4.4** Grafik Hubungan Kekuatan Tarik dengan Beban Maksimum pada Fraksi Volume Serat 10%

Pada spesimen uji C1 terjadi kekuatan tarik sebesar 3,75 MPa dengan beban sebesar 12900 N sedangkan pada spesimen uji C terjadi kekuatan tarik sebesar 2,95 MPa dengan beban sebesar 10148 N. Terjadi penurunan pada kekuatan tarik yang dihasilkan dan terjadi penurunan terhadap beban yang mampu ditahan oleh spesimen.



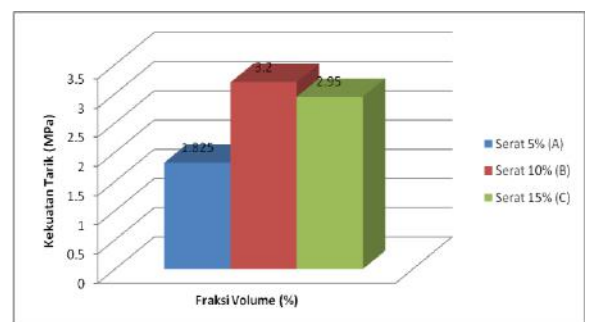
**Gambar 4.5** Grafik Hubungan Kekuatan Tarik dengan Beban Maksimum pada Fraksi Volume Serat 15%

Pada fraksi volume serat 95% matriks : 5% serat terjadi kekuatan tarik sebesar 3,25 MPa dan mengalami penurunan kekuatan tarik sebesar 2,4 MPa pada fraksi volume serat 90% matriks : 10% serat. Kemudian terjadi kenaikan kekuatan tarik kembali pada fraksi volume serat 85% matriks : 15% serat sebesar 3,75 MPa. Nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen uji C1 dan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada spesimen uji B1.



**Gambar 4.6** Grafik Hubungan Kekuatan Tarik dengan Fraksi Volume Serat pada Spesimen

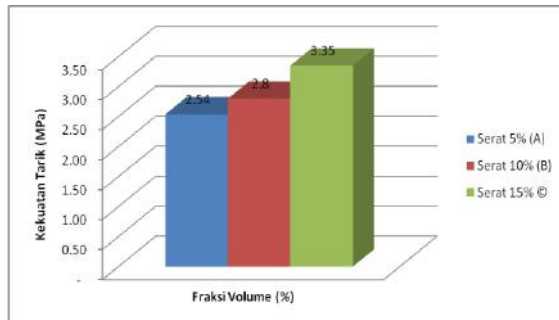
Pada fraksi volume serat 95% matriks : 5% serat terjadi kekuatan tarik sebesar 1,825 MPa dan mengalami kenaikan kekuatan tarik sebesar 3,2 MPa pada fraksi volume serat 90% matriks : 10% serat. Kemudian terjadi penurunan kekuatan tarik kembali pada fraksi volume serat 85% matriks : 15% serat sebesar 2,95 MPa. Nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen uji B dan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada spesimen uji A.



**Gambar 4.7** Grafik Hubungan Kekuatan Tarik dengan Fraksi Volume Serat pada Spesimen

Dapat dilihat untuk kekuatan tarik pada fraksi volume 95% matriks : 5% serat sebesar 2,54 MPa dan mengalami kenaikan sebesar 2,8 MPa pada fraksi volume 90% matriks : 10% serat, hal ini disebabkan oleh ikatan matriks dengan serat semakin merata. Kekuatan tarik

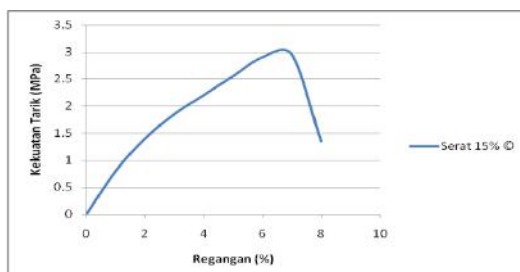
terus mengalami kenaikan pada fraksi volume 85% matriks : 15% serat sebesar 3,35 MPa, disebabkan terjadinya ikatan yang sangat baik antara matriks dengan serat sehingga terjadinya ikatan yang kuat. Jadi, kekuatan tarik mengalami kenaikan terhadap peningkatan fraksi volume serat.



**Gambar 4.8** Grafik Hubungan Antara Kekuatan Tarik dengan Fraksi Volume Serat Rata-rata

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, hanya satu spesimen yang dapat dibuat kurva tegangan regangan dikarenakan hanya satu spesimen terjadi regangan dan putus tepat pada titik load. Sedangkan beberapa tidak dibuat kurva dikarenakan tidak adanya regangan dan bentuk kurva tidak memungkinkan untuk ditampilkan karena bentuk yang datar.

Spesimen yang mengalami regangan dan patah pada titik load yaitu pada fraksi volume 85% matriks : 15% serat (spesimen uji C). Kekuatan tarik maksimum terjadi pada titik 2,95 MPa dengan regangan sebesar 8%. Modulus young yang terjadi sebesar 36,875 MPa.



**Gambar 4.9** Kurva Tegangan Regangan

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil peneliti antara lain :

1. Berdasarkan variabel yang diteliti, kekuatan tarik ( $F^{tu}$ ) dengan nilai rata-rata tertinggi terjadi pada komposit dengan fraksi volume 85% matriks : 15% serat yaitu sebesar 3,35 MPa sedangkan kekuatan tarik ( $F^{tu}$ ) dengan nilai rata-rata terendah terjadi pada komposit dengan fraksi volume 95% matriks : 5% serat yaitu sebesar 2,54 MPa.
2. Kekuatan tarik mengalami kenaikan terhadap peningkatan fraksi volume serat.
3. Spesimen uji yang mengalami regangan dan patah pada titik *load* yaitu pada fraksi volume 85% matriks : 15% serat sebesar 2,95 MPa dengan regangan sebesar 8% dan modulus young yang terjadi sebesar 36,875 Mpa.

### 5.2. Saran

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, peneliti ingin menyampaikan beberapa saran yaitu :

1. Sebaiknya penempatan serat dilakukan secara baik agar tidak ada daerah yang kekurangan akan serat, terutama pada bagian pencekam (*holder*).
2. Sebaiknya dilakukan pengujian kembali dengan cara penempatan serat yang berbeda, seperti menyilang atau anyaman untuk mengetahui kekuatan dan hasil yang optimal.
3. Pencampuran matriks dan serat dari komposit harus rata dan hindarilah terjadinya gelembung udara pada saat pembuatan spesimen.

## DAFTAR PUSTAKA

1. A. Valadez-Gonzales, J.M. Cervantes-Uc, R. Olayo, and P.J. Herrera-Franco, *Compos. B*, 30, 30 (1990).
2. A. Mohd. Mustafa Al Bakri, G. Mohd Ruzaidi, M.N. Norazian and J. Liyana, *Properties of Polymer Composite with Sugarcane BAGASSE Filler*. University Malaysia Perlis. 2008.
3. Anonim. *ASTM Test Method D 638 Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics, Annual Book of ASTM Standards Volume 8.01 American Society for Testing and Materials*. West Conshohocken, PA.
4. El Tayeb, N.S.M., A. *Study on the Potential of Sugarcane Fibers/Polyester Composite for Tribological Applications*. Faculty of Engineering and Technology, FET, Multimedia University, MMU, Melaka, Malaysia. 2007.
5. Goda, Koishi., Cao, Yong., *Research and Development of Fully Green Composites Reinforced with Natural Fibres*, *Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering* Vol. 1, No. 9, 2007.
6. Groover, Mikell. P., *Fundamentals of Modern Manufacturing : Materials, Process and System*. Prentice Hall. New Jersey. 1996.
7. Gurdal, dkk., *Design and Optimization of Laminated Composite Material*, JohnWiley & Sons inc, New York, 1999.
8. Khoathane, Moshibudi C., *The Processing Properties of Natural Fibre Reinforced Higher Olefin Based Thermoplastics*, Departement of Polymer Technology, Faculty of Engineering, Tshwane University of Technology, September 2005.
9. M. Samsuri, dkk., *Pemanfaatan Sellulosa Bagas Untuk Produksi Ethanol Melalui Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak Dengan Enzim Xylanase*. *Makara, Teknologi*, Vol. 11, No. 1, April 2007.
10. Prasetyo, Agung. 2009. *Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu (Bagasse) Menjadi Serat Penguat Pada Komposit Dengan Matriks Resin Polyester*. Bandar Lampung.
11. S. Hattalia, A. Bernaboura, F. Hamp-Pichavant, A. Alain Castellan and E. Frollini, *Polym. Degrad. Sta.*, 75, 259 (2002).
12. Shang, Xiaoqun., *Investigation of Biodegradable Nonwoven Composites Based on Cotton, Bagasse and Other Annual Plants*. B, S., Tianjin University, Tianjin, P. R. China. 2004.
13. Sugeng S, Bambang, Dr. Ir., *Material Komposit sub bab Tinjauan terhadap Berapa Perilaku Mekanik dari Material Komposit*, Laporan Kegiatan Tenaga Ahli Dalam Negeri, PAU-Ilmu Rekayasa-ITB Bandung, 1990.
14. Surdia, Tata., *Pengetahuan Bahan Teknik*. Pradnya Paramita, Jakarta, 1992.
15. W. Hoareau, W. G. Trindade, B. Siegmund, A. Alain Castellan and E. Frollini, *Polym. Degrad. Stab.*, 86, 567 (2004).