

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Yuda Yoga `Pratama dkk. (2014) meneliti tentang Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat, dan Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa - Polyester. Penelitian ini membahas tentang kekuatan tarik tertinggi pada spesimen komposit dengan kombinasi faktor perlakuan alkali selama 2 jam, panjang serat 10 mm dan fraksi volume serat 35% dan hasil kekuatan tarik tersebut telah memenuhi standar minimal kekuatan tarik papan serat kerapatan tinggi (*hardboard*) menurut ANSI A135.42004

Agus Hariyanto. (2015) meneliti tentang Karakteristik Alkali Berpenguat Serat Rami Pada Komposit Bermatrik Poliester Terhadap Kekuatan Bending. Penelitian ini membahas tentang optimasi kekuatan mekanis terbaik dari pengujian bending bahan komposit serat rami – polyester dengan variabel fraksi volume serat  $V_f = 40\%$ , perlakuan alkali (NaOH) serat rami (0, 2, 4, 6, dan 8 jam) menghasilkan kekuatan mekanis terbaik dengan perendaman NaOH 5% selama 2 jam sebesar 143,96 (N/mm<sup>2</sup>)

Adhi Kusumastuti. (2009) meneliti tentang Aplikasi Serat Sisal sebagai Komposit Polimer. Penelitian ini menjelaskan Serat sisal merupakan penguat polimer yang efektif. Sifat mekanis dan sifat fisis serat sisal tidak hanya dipengaruhi oleh asal, posisi, dan usia tanaman saja, namun juga tergantung pada

kondisi percobaan seperti diameter serat, panjang alat ukur, kecepatan dan suhu pengujian

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Klasifikasi Tumbuhan Sisal (*Agave Sisalana Perrine*)**

|                |  |
|----------------|--|
| <b>Jenis</b>   | <b>: <i>Plantae</i> (Tumbuhan)</b>                             |
| <b>Devisi</b>  | <b>: <i>Magnoliophyta</i> (Tumbuhan berbunga)</b>              |
| <b>Kelas</b>   | <b>: <i>liliopsida</i> (Tumbuhan berkeping satu/monokotil)</b> |
| <b>Ordo</b>    | <b>: <i>Asparagales</i></b>                                    |
| <b>Famili</b>  | <b>: <i>Agavaceae</i></b>                                      |
| <b>Genus</b>   | <b>: <i>agave</i></b>  |
| <b>Spesies</b> | <b>: <i>A. Sisalana</i></b>                                    |
| <b>Name</b>    | <b>: <i>Agave sisalana perrine</i></b>                         |

### **2.2.2 Morfologi Tanaman Sisal (*Agave sisalana perrine*)**

Sisal atau ganja adalah sisalana *agave* yang menghasilkan serat kaku digunakan dalam pembuatan tali. (Istilah dapat merujuk baik ke pabrik atau serat, tergantung pada konteks.) Ini tidak benar-benar berbagai rami, tetapi dinamai demikian karena ganja itu selama berabad-abad menjadi sumber utama untuk serat, serat sehingga lainnya kadang-kadang dinamai itu. Tanaman sisal terdiri dari roset pedang berbentuk daun sekitar 1,5 sampai 2 meter. Daun muda mungkin memiliki gigi beberapa menit di sepanjang margin mereka, namun kehilangan

mereka saat jatuh tempo. Sisal adalah hibrida steril asal tidak pasti, walaupun dikirim dari pelabuhan Sisal di *Yucatán* (demikian nama), mereka tidak benar-benar tumbuh di *Yucatán*, perkebunan ada budidaya henequen (*Agave fourcroydes*) sebagai gantinya. Bukti dari industri rumahan adat di Chiapas menunjukkan sebagai lokasi asli, mungkin sebagai salib *Agave angustifolia* dan kewensis *Agave*.

Serat alam dari tanaman sudah lama dimanfaatkan dalam berbagai aspek kehidupan misalnya untuk tekstil, tali temali, sikat, tambalan, tenun, atap, kertas, kerajinan (keranjang/tas, tikar, keset, dan barang kerajinan lainnya), bahan bangunan dan konstruksi, serta bahan pembuatan serat sintetik. Diantara 72 jenis tanaman penghasil serat alam yang banyak digunakan di dunia, 9 jenis merupakan penghasil serat utama, diantaranya *Agave cantala* (cantala/kantala atau nanas sebrang) dan *Agave sisalana* (sisal) dengan kegunaan utama untuk bahan baku tali temali.

Sisal (*Agave sisalana Perrine*) merupakan tanaman penghasil serat dari daunnya setelah melalui proses penyeratan. Tanaman yang termasuk dalam keluarga agavaceae ini berasal dari Meksiko yang beriklim sedang, dan terus berkembang seiring dengan kemajuan kebutuhan untuk bahan baku tali temali dan industri lainnya hingga ke beberapa negara di daerah sub tropis maupun daerah tropis. *Agave sisalana* (sisal) dibawa ke Indonesia pada tahun 1913



**Gambar 2.1** Tanaman Sisal (*Agave sisalana Perrine*) (sumber: USDA)

Ciri-ciri tanaman sisal yakni warna daun hijau, tepi daun berduri, berjarak agak renggang dan tahan kering serta produksi serat tinggi. Sisal merupakan tanaman penghasil serat alam yang banyak diminati oleh pengusaha untuk bahan baku industri. Sisal mampu tumbuh baik pada lahan kering dan iklim kering. Tanaman Sisal secara ekologi membutuhkan persyaratan untuk tumbuhnya, yakni: kelembaban udara moderate (70 % - 80 %), sinar matahari penuh, curah hujan 1.000 mm sampai 1.250 mm/tahun, suhu maksimum 27 °C - 28 °C, tanah lempung berpasir sangat disukai, pH tanah antara 5,5 - 7,5 dan pada tanah berdrainase baik serta kandungan Ca tanah yang cukup dalam tanah memberikan hasil yang menggembirakan. Sisal tidak tahan genangan air.

Tanaman sisal sebagian besar diusahakan di lereng lereng bukit berkapur dan beriklim kering. diIndonesia, tanaman sisal dikembangkan di Malang Selatan,

Jember dan Blitar Selatan. Para petani menanam tanaman sisal ditumpangsari dengan palawija seperti jagung, kacang tanah, atau kacang kedelai.

Di Indonesia, tanaman sisal digunakan di industri kapal laut karena memiliki keunggulan dalam hal tahan terhadap kadar garam tinggi dan memiliki kekuatan lebih baik dibanding tanaman *agave* lainnya. Kebutuhan serat sisal untuk tali kapal laut mencapai 20-30 ton/bulan di salah satu industri di Jawa Barat. Tanaman sisal juga banyak digunakan di Tulungagung untuk industri kerajinan seperti keset, sapu dan sikat yang dipasok dari blitar selatan berupa serat kering Grade A yang mencapai 10 ton/bulan dengan harga Rp 5.000,- /kg.

### **2.3 Komposit**

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis (*modulus Young*) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. (Sudarman, 2014). Beberapa lamina komposit dapat ditumpuk dengan arah orientasi serat yang berbeda, gabungan lamina ini disebut sebagai laminat.

- a. Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu: Penguat (*reinforcement*), yang mempunyai sifat kurang *ductile* tetapi lebih rigid serta lebih kuat, dalam laporan ini penguat komposit yang digunakan yaitu dari serat alam (serat sisal).

- b. Matriks, umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah.

Secara garis besar ada 3 macam jenis penguat untuk komposit yang digunakannya, yaitu :

- a. *Fibrous Composites* (Komposit Serat). Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu laminat atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat/*fiber*. *Fiber* yang digunakan bias berupa *glass fibers*, *carbon fibers*, *aramid fibers (polyaramide)*, dan sebagainya. *Fiber* ini bisa disusun secara acak maupun dengan orintasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.
- b. *Laminated Composites* (Komposit Laminat). Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.
- c. *Particulate Composites* (Komposit Partikel). Merupakan komposit yang menggunakan partikel/serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

Sehingga komposit dapat di simpulkan adalah sebagai dua macam atau lebih material yang digabungkan atau dikombinasikan dalam skala makroskopis (dapat terlihat langsung oleh mata) sehingga menjadi material baru yang lebih berguna.

Komposit terdiri dari dua bagian utama yaitu :

- a. Matriks, berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung *Filler* (pengisi) dari kerusakan eksternal. Matriks yang umum digunakan : *Carbon, glass, Kevlar*, dll
- b. *Filler* (pengisi), berfungsi sebagai penguat dari matriks. *Filler* yang umum digunakan: *carbon, glass, aramid, Kevlar*.

### 2.3.1 Klasifikasi Bahan Komposit

Klasifikasi bahan komposit dapat dibentuk dari sifat dan strukturnya.

Bahan komposit dapat diklasifikasikan kedalam beberapa jenis. Secara umum klasifikasi komposit yang sering digunakan antara lain seperti :

Klasifikasi menurut komposit serat (*fiber-matriks composites*) dibedakan menjadi beberapa macam antara lain :

- a. *Fiber composite* (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matriks;
- b. *Filled composite* adalah gabungan *matriks continous skeletal* dengan matriks yang kedua;
- c. *Flake composite* adalah gabungan serpih rata dengan matriks;
- d. *Particulate composite* adalah gabungan partikel dengan matriks;
- e. *Laminate composite* adalah gabungan lapisan atau unsur pokok lamina (Schwart, 1984 : 16)

Secara umum bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particular composite*) dan bahan komposit serat (*fiber*

*composite*). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel partikel yang diikat oleh matriks. Bentuk partikel ini dapat bermacam-macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan berbentuk yang tidak beraturan secara acak. Sedangkan bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matriks. Bentuknya ada dua macam yaitu serat panjang dan serat pendek.

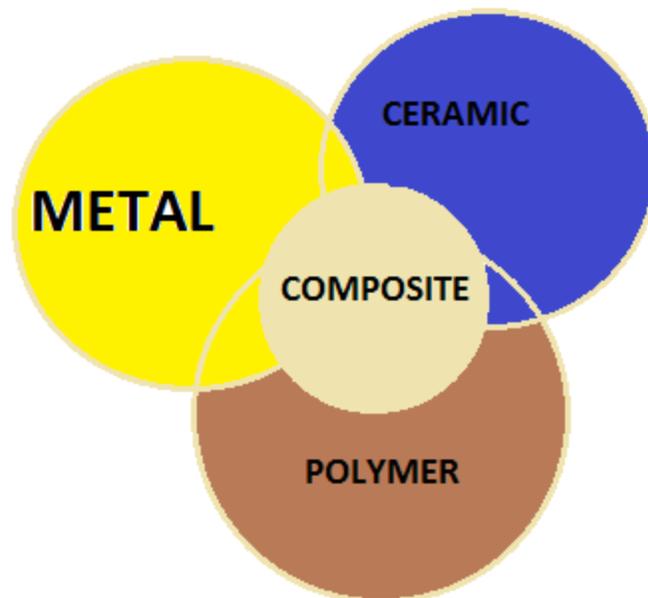
### **2.3.2 Bahan Komposit Partikel**

Dalam struktur komposit, bahan komposit partikel tersusun dari partikel-partikel disebut bahan komposit partikel (*particulate composite*) menurut definisinya partikel ini berbentuk beberapa macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan berbentuk yang tidak beraturan secara acak, tetapi rata-rata berdimensi sama. Bahan komposit partikel umumnya digunakan sebagai pengisi dan penguat komposit keramik (*ceramic matrix composites*). Bahan komposit partikel pada umumnya lebih lemah dibanding bahan komposit serat. Bahan komposit partikel mempunyai keunggulan, seperti ketahanan terhadap aus, tidak mudah retak dan mempunyai daya pengikat matriks yang baik.

### **2.3.3 Bahan Komposit Serat**

Unsur utama komposit adalah serat yang mempunyai banyak keunggulan, oleh karena itu bahan komposit serat yang paling banyak dipakai. Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang terikat oleh matrik yang saling berhubungan. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (*continuous*

*fiber*) dan serat pendek (*short fiber* dan *whisker*). Dalam laporan ini diambil bahan komposit serat (*fiber composite*). Penggunaan bahan komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya. Karena itu bahan komposit serat sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat.



Gambar 2.2 Klasifikasi Bahan Komposit (*Schwartz, 1984*)

Komposit serat dalam dunia industri mulai dikembangkan dari pada menggunakan bahan partikel. Bahan komposit serat mempunyai keunggulan yang utama yaitu *strong* (kuat), *stiff* (tangguh), dan lebih tahan terhadap panas pada saat didalam matrik (*Schwartz, 1984*). Dalam pengembangan teknologi pengolahan serat, membuat serat sekarang semakin diunggulkan untuk mengkombinasikan serat berkekuatan tarik tinggi dan bermodulus elastis tinggi dengan matrik yang bermassa

ringan, berkekuatan tarik rendah, serta bermodulus elastisitas rendah makin banyak dikembangkan guna untuk memperoleh hasil yang maksimal. Komposit pada umumnya menggunakan bahan *plastic* yang merupakan material yang paling sering digunakan sebagai bahan pengikat seratnya selain itu plastik mudah didapat dan mudah perlakuannya, dari pada bahan dari logam yang membutuhkan bahan sendiri.

#### **2.3.4 Tujuan Pembuatan Komposit :**

Tujuan dibentuknya komposit adalah (Windarianti, 2010):

- a. Memperbaiki sifat mekanik dan sifat spesifik tertentu.
- b. Mempermudah design yang sulit pada manufaktur.
- c. Menghemat biaya.
- d. Bahan lebih ringan dan kuat

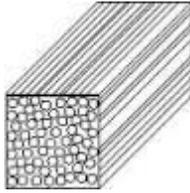
#### **2.3.5 Tipe Jenis Komposit Serat**

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

1. *Continuous Fiber Composite*

*Continuous* atau *uni-directional*, mempunyai serat panjang dan lurus, membentuk lamina di antara matriknya. Jenis komposit ini paling sering digunakan. Tipe ini

mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriknya. (Sudarman, 2014)



Gambar 2.3 *Continuous Fiber Composite* (Gibson, 1994)

### 2. *Woven Fiber Composite (bi-directional)*

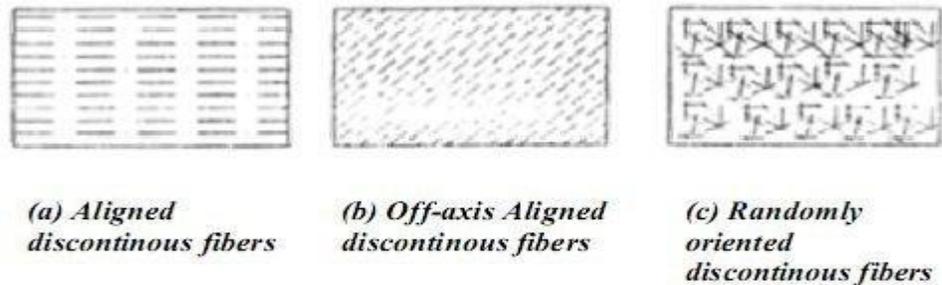
Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat serat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah. (Sudarman, 2014)

### 3. *Discontinuous Fiber Composite*

*Discontinuous Fiber Composite* adalah tipe komposit dengan serat pendek.

Tipe ini dibedakan lagi menjadi 3 :

- a. *Aligned discontinuous fiber*
- b. *Off-axis aligned discontinuous fiber*
- c. *Randomly oriented discontinuous fiber*



Gambar 2.4 Tipe *Discontinuous fiber* (Gibson, 1994)

#### 4. *Hybrid Fiber Composite*

*Hybrid Fiber Composite* merupakan komposit gabungan antara serat tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.

### 2.3.6 Karakteristik Material Komposit

#### a. Sifat-sifat Material Komposit

Dalam pembuatan sebuah material komposit, suatu pengkombinasian optimum dari sifat-sifat bahan penyusunnya untuk mendapatkan sifat-sifat tunggal sangat diharapkan. Beberapa material komposit *polymer* diperkuat serbuk yang memiliki kombinasi sifat-sifat yang ringan, kaku, kuat dan mempunyai nilai kekerasan yang cukup tinggi. Disamping itu juga sifat dari material komposit dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu material yang digunakan sebagai bentuk komponen dalam komposit, bentuk geometri dari unsur-unsur pokok dan akibat struktur dari sistem komposit, cara dimana bentuk satu mempengaruhi bentuk lainnya (Sudarman, 2014)

Menurut Agarwal dan Broutman, yang menyatakan bahwa bahan komposit mempunyai ciri-ciri yang berbeda dan komposisi untuk menghasilkan suatu bahan yang mempunyai sifat dan ciri tertentu yang berbeda dari sifat dan ciri konstituen asalnya. Disamping itu konstituen asal masih kekal dan dihubungkan melalui suatu antarmuka. Dengan kata lain, bahan komposit adalah bahan yang *heterogen* yang terdiri dari fasa yang tersebar dan fasa yang berterusan. Fasa tersebar selalu terdiri dari serat atau bahan penguat, manakalah yang berterusannya terdiri dari matriks.

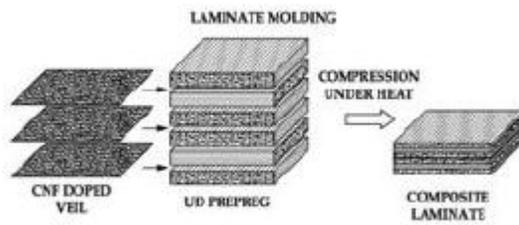
#### b. Jenis-jenis Material Komposit

##### 1. Material Komposit Serat

Material komposit serat yaitu komposit yang terdiri dari serat dan bahan dasar yang diproduksi secara fabrikasi, misalnya serat + resin sebagai bahan perekat, sebagai contoh adalah FRP (*Fiber Reinforce Plastic*) plastik diperkuat dengan serat dan banyak digunakan, yang sering disebut fiber glass.

##### 2. Komposit Lapis (*Laminated Composite*)

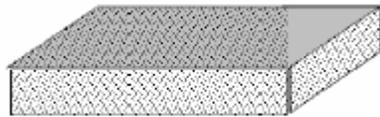
Komposit lapis yaitu komposit yang terdiri dari lapisan dan bahan penguat, contohnya *plywood*, *laminated glass* yang sering digunakan sebagai bahan bangunan dan kelengkapannya.



Gambar 2.5 *Laminated Composites* (Gibson, 1994)

### 3. Komposit Partikel (*Particulate Composite*)

Komposit partikel yaitu komposit yang terdiri dari partikel dan bahan penguat seperti butiran (batu dan pasir) yang diperkuat dengan semen yang sering kita jumpai sebagai beton.



Gambar 2.6 *Particulate Composite* (Gibson, 1994)

### 2.4 Alkalisasi

Alkalisasi pada serat alam adalah metode yang telah digunakan untuk menghasilkan serat berkualitas tinggi. Alkalisasi pada serat merupakan metode perendaman serat kedalam basa alkali. Alkalisasi merupakan salah satu metode modifikasi permukaan serat yang dilakukan untuk memperoleh ikatan yang baik antara permukaan matriks dan serat (Budha maryanti, 2011).

## 2.5 Pengujian Tarik (*Tensile Test*)

Kekuatan tarik diartikan sebagai besarnya beban maksimum ( $F_{maks}$ ) yang dibutuhkan untuk memutuskan spesimen bahan, dibagi dengan luas penampang bahan. Karena selama dibawah pengaruh tegangan, Spesimen mengalami perubahan bentuk maka definisi kekuatan tarik dinyatakan dengan luas penampang semula ( $A_0$ ) :

$$\sigma = F/A \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

$\sigma$  = Kekuatan tarik (Mpa)

F = Beban tarik (N)

A = Luas penampang ( $m^2$ )

Regangan adalah suatu beban yang diberikan kepada material dimana material tersebut akan mengalami perpanjangan ukuran. Regangan adalah pertambahan panjang dibagi dengan panjang mula-mula

Keterangan :

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L-L_0}{L_0} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

$\epsilon$  = Regangan (%)

$\Delta L$  = Pertambahan Panjang (mm)

$L_0$  = Panjang awal (mm)

$L$  = Panjang setelah pengujian (mm)

Modulus elastisitas adalah kekuatan tarik dibagi Regangan satuan pada modulus elastisitas adalah Giga pascal (GPa)

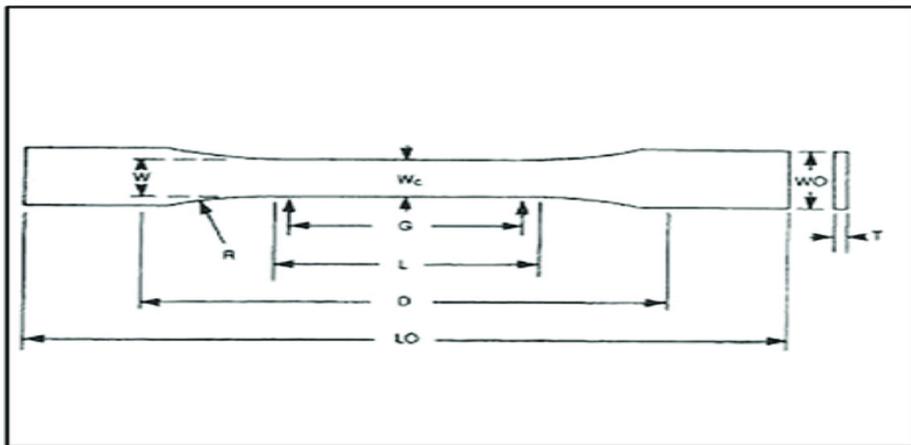
$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots(3)$$

$E$  = Modulus elastisitas (Gpa)

$\sigma$  = Tegangan Tarik (Mpa)

$\epsilon$  = Regangan (%)

Pada uji tarik, benda diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah besar secara kontinu bersamaan dengan bertambahnya besar perpanjangan yang dialami benda yang di uji. Berdasarkan ASTM D-638, Bentuk spesimen (tipe 1) dibutuhkan untuk hasil uji kekuatan komposit. Detail bentuk ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.7 Bentuk Spesimen Tipe I ASTM D-638

Tabel 2.1 Ukuran Spesimen Tipe I ASTM D-638

| Ukuran                          | Nilai (mm) |
|---------------------------------|------------|
| Tebal, T                        | 4          |
| Lebar pada daerah berbatas, W   | 13         |
| Panjang pada daerah berbatas, L | 57         |
| Lebar seluruhnya, WO            | 19         |
| Panjang seluruhnya, LO          | 165        |
| Panjang pada daerah cekung, G   | 50         |

Pada hasil pengujian tarik data yang diperoleh adalah berupa kurva tegangan – tegangan. Dari kurva tersebut akan diperoleh data titik luluh, titik putus, regangan maksimum, dan data untuk menghitung modulus elastisitas.

## 2.6 *Hand Lay Up*

*Hand Lay Up* yaitu merupakan proses laminasi serat secara manual, dimana merupakan metode pertama dalam pembuatan komposit. Metode *Hand Lay Up* lebih ditekankan untuk pembuatan produk yang sederhana dan hanya menuntut satu sisi saja yang memiliki permukaan halus (Gibson, 1994).

Keunggulan *Hand Lay Up* :

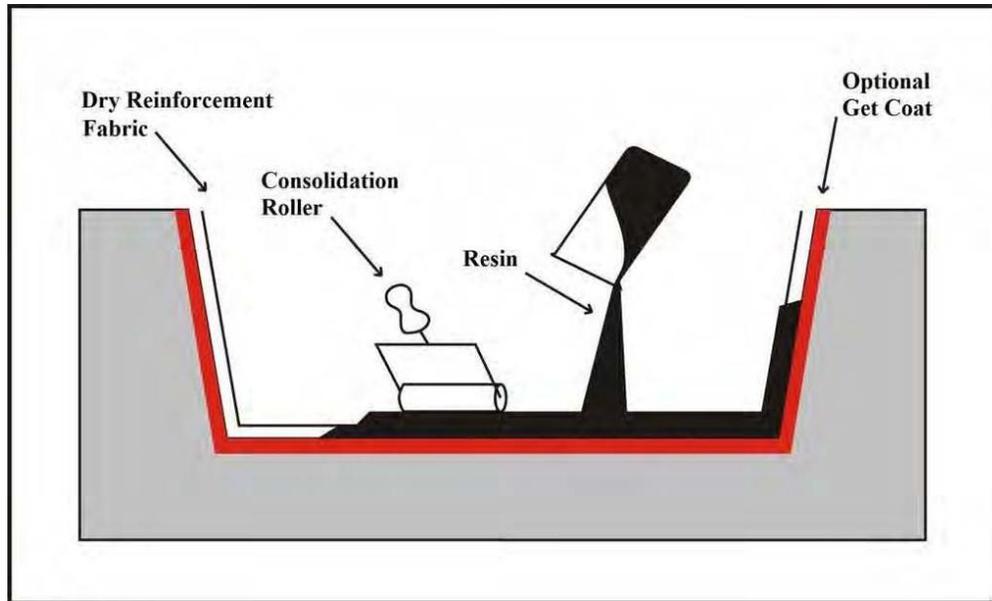
1. Peralatan sedikit dan harga murah
2. Kemudahan dalam bentuk dan desain produk
3. Variasi ketebalan dan komposisi serat dapat diatur dengan mudah.

Kelemahan *Hand Lay Up* :

1. Ketebalan yang tidak konsisten

2. Distribusi resin yang tidak merata

3. Lebih boros resin



Gambar 2.8 Proses Metode *Hand Lay Up* (Smith, 1996)

## 2.7 Standar Nasional Indonesia (SNI)

Pengertian standar nasional Indonesia (SNI) adalah standar yang ditetapkan oleh badan standarisasi nasional dan berlaku secara nasional. Pasal 1 peraturan pemerintah RI No. 102 Tahun 2000 berisi tentang standarisasi nasional. Tujuan penerapan SNI agar produk dalam negeri bisa bersaing secara sehat didunia internasional maka sangatlah diperlukan. Dengan adanya standarisasi nasional maka akan ada acuan tunggal dalam mengukur mutu produk dan jasa didalam perdagangan, yaitu standar nasional Indonesia, sehingga dapat meningkatkan perlindungan kepada konsumen, pelaku usaha, tenaga kerja dan

masyarakat lainnya baik untuk keselamatan, keamanan, kesehatan maupun pelestarian fungsi lingkungan hidup:

Pada dasarnya tujuan dari standarisasi nasional adalah

Peraturan pemerintah RI No. 102 Tahun 2000 berisi tentang standarisasi nasional pasal 3

1. Meningkatkan perlindungan kepada konsumen, pelaku usaha, tenaga kerja dan masyarakat lainnya baik untuk keselamatan, keamanan, kesehatan maupun pelestarian fungsi lingkungan hidup.
2. Membantu kelancaran perdagangan.
3. Mewujudkan persaingan usaha yang sehat dalam perdagangan.

**Pelanggaran** terhadap SNI yang tercantum pada peraturan pemerintah Nomor 102 Tahun 2000 Tentang Standardisasi Nasional Pasal 18 adalah sebagai berikut :

1. Pelaku usaha dilarang memproduksi dan atau mengedarkan barang atau jasa yang tidak memenuhi dan atau tidak sesuai Standar Nasional Indonesia yang telah diberlakukan secara wajib.
2. Pelaku usaha yang barang dan jasanya telah memperoleh sertifikat produk dan atau tanda Standar Nasional Indonesia dari lembaga sertifikasi produk, dilarang memproduksi dan mengedarkan barang dan atau jasa yang tidak memenuhi Standar Nasional Indonesia.