

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Jorge (1990) meneliti efek serat pratarik pada sifat mekanik pada bahan komposit yang masih belum banyak diteliti secara luas. Jorge melakukan penelitian dalam tesisnya dengan menggunakan serat Eglass dan resin polyester untuk membuat unidirectional composites (komposit searah). Dalam penelitian ini menerapkan beban pratarik dengan menggunakan beban katrol pada serat. Hasil uji tarik pada sampel material komposit tersebut menunjukkan peningkatan kekuatan tarik dan modulus tarik yang disebabkan ketika serat diberikan beban berupa pratarik (pre-tension) mengakibatkan meningkatnya sifat mekanik material komposit.

Siamak Motahhari pada tahun 1998 melakukan penelitian tentang Fiber Prestressed Composite dan di dapatkan pengaruh pemberian prestressed pada fiber terhadap kekuatan impaknya, semakin tinggi kekuatan prestress yang di berikan maka kekuatan impak akan semakin meningkat.

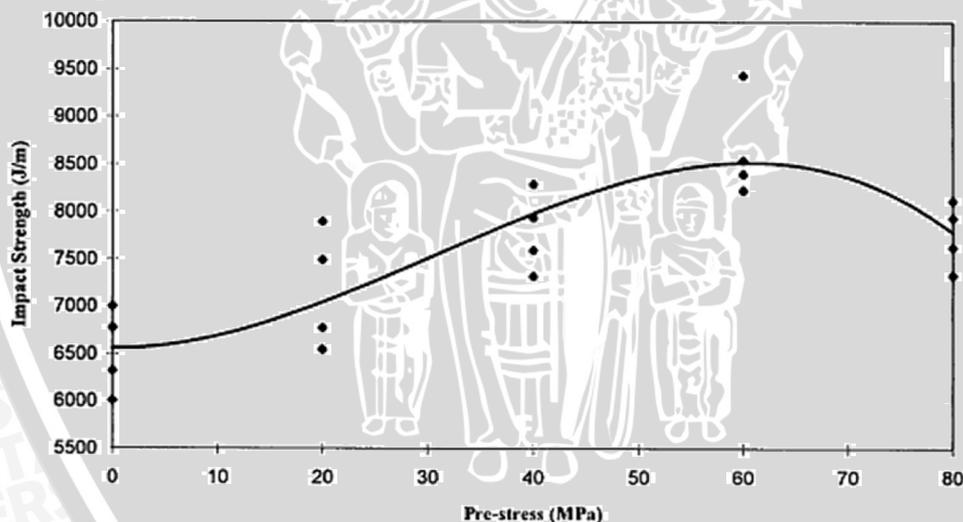


Fig. 5-18: Impact strength of glass-epoxy composites as a function of prestressing level. Samples cured at 150 °C for four hours.

Gambar 2.1 : Pengaruh prestressed terhadap kekuatan impak
Sumber : Motahhari(1998)

2.2 Pengertian Komposit

Komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan

tersebut (bahan komposit). Dengan adanya perbedaan dari material penyusunnya maka komposit antar material harus berikatan dengan kuat, sehingga perlu adanya penambahan wetting agent. (Nunun Nayiroh, 2010).

2.2.1 Kegunaan Komposit

1. Angkasa luar seperti bagian-bagian dari pesawat.
2. Bidang industri otomotif seperti bumper mobil
3. Dunia medis seperti pembuatan gigi palsu dan kaki palsu

2.2.2 Klasifikasi Komposit

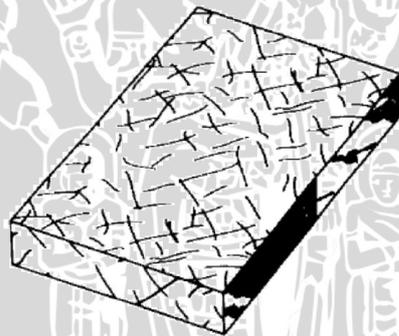
Secara garis besar ada lima macam klasifikasi komposit (Schwartz, 1998) yaitu :

1. Komposit serat (fiber composite)

Komposit yang terdiri hanya dari satu lapisan yang menggunakan serat dan penguat, komposit serat dibedakan lagi menjadi dua yaitu komposit serat pendek dan komposit serat panjang.

a. Komposit serat pendek (short fiber composite)

komposit serat pendek pada umumnya diperkuat dengan resin termoset yang amorf (tak berbentuk) dan semikristal

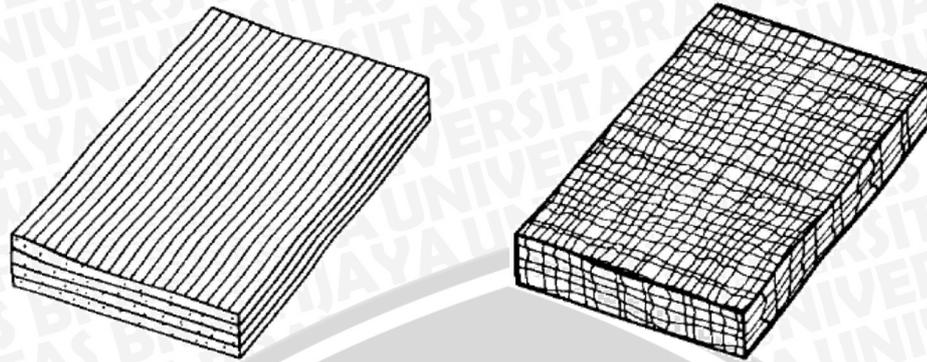


Gambar 2.2 : Komposit serat pendek

Sumber : Autar K. (2006)

b. Komposit serat panjang

komposit serat panjang memiliki keunggulan lebih mudah di arahkan daripada serat pendek. Serat panjang secara teoritis dapat menyalurkan pembebanan dan tegangan lebih merata.



(a) Continuous fiber composite

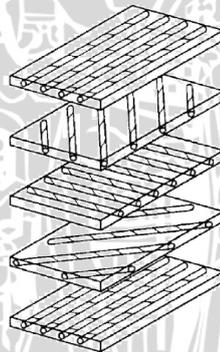
(b) Woven fiber composite

Gambar 2.3 : Komposit Serat panjang

Sumber : Autar K. (2006)

2. Komposit Laminat (laminat composite)

Komposit yang terdiri dari lebih satu lapisan dan pada setiap lapisan memiliki sifat yang berbeda-beda atau berkarakteristik khusus. Komposit laminat ini terdiri dari empat jenis yaitu komposit serat kontinyu, komposit serat anyam, komposit serat acak dan komposit serat hibrid.



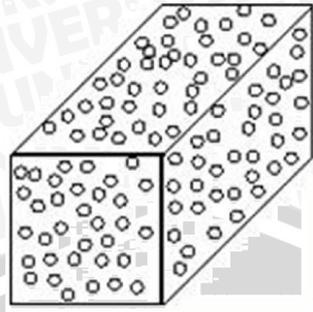
Gambar 2.4 : Komposit laminat

Sumber : Autar K. (2006)

3. Komposit partikel (particular composite)

Komposit yang menggunakan serbuk dari penguatnya yang disebarkan merata dalam matriks. Komposit partikel merupakan produk yang dihasilkan dengan menempatkan partikel-partikel dan sekaligus mengikatnya dengan suatu matriks bersama-sama dengan satu atau lebih unsur-unsur perlakuan seperti panas, tekanan, kelembaban, katalisator dan lainlain. Komposit partikel ini berbeda dengan jenis serat

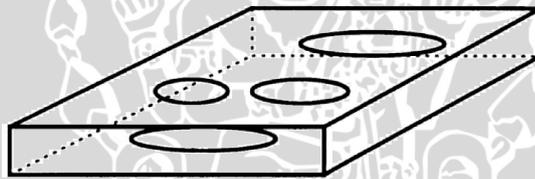
acak sehingga bersifat isotropis. Kekuatan komposit serat dipengaruhi oleh tegangan koheren di antara fase partikel dan matriks yang menunjukkan sambungan yang baik.



Gambar 2.5 : Komposit partikel
Sumber : Autar K. (2006)

4. Komposit serpihan (flake composite)

Adalah komposit yang tersusun dari butiran-butiran kecil yang dihasilkan dengan peralatan khusus dengan orientasi sejajar permukaannya. Suatu komposit serpihan terdiri atas serpih-serpih yang saling menahan dengan mengikat permukaan atau dimasukkan ke dalam matriks yang sehingga dapat menghasilkan suatu bahan penguat yang tinggi.



Gambar 2.6 Komposit serpihan
Sumber : Autar K. (2006)

5. Komposit pengisi (filler composite)

Komposit ini terdiri dari struktur sambungan tiga dimensi yang menerobos struktur dimensi atau impregnasi dengan dua – phase material pengisi. Pengisi juga mempunyai bentuk tiga dimensi yang ditentukan oleh kekosongan di dalam matrik.

2.3 Serat

Serat (fiber) merupakan bahan yang kuat, kaku, dan getas. Fiber reinforcement tersusun oleh serat-serat tipis halus yang berfungsi sebagai penguat bahan untuk memperkuat komposit sehingga sifat mekaniknya lebih kaku, tangguh dan lebih kokoh dibandingkan dengan tanpa serat penguat (Nurdin B, 1988). Serat gelas (glass fiber) adalah bahan yang tidak mudah terbakar. Serat jenis ini

biasanya digunakan sebagai penguat (*fiber reinforced*) matrik jenis polimer. Serat gelas memiliki berbagai macam bentuk, salah satunya yaitu woven roving. Woven Roving (WR) adalah serat gelas jenis anyaman yang mempunyai bentuk seperti anyaman tikar, serat gelas yang teranyam dibuat saling bertindih secara selang seling ke arah vertikal dan horisontal (Fraizy, 2014).



Gambar 2.7 : Serat gelas anyaman

Berdasarkan jenisnya serat gelas dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu E-glass, S-glass, C-glass, berikut adalah tabel karakteristik dari masing-masing serat glass tersebut

Tabel 2.1 Sifat-sifat serat gelas (Sumber : Antonia,2006)

| No | Jenis serat | | |
|----|----------------------------|--|------------------------------------|
| | E-Glass | C-Glass | S-Glass |
| 1 | Isolator listrik yang baik | Tahan korosi | Modulus lebih tinggi |
| 2 | Kekakuan tinggi | Kekakuan lebih rendah daripada E-glass | Lebih tahan pada suhu tinggi |
| 3 | Kekuatan tinggi | Harga lebih mahal daripada E-glass | Harga lebih mahal daripada E-glass |

Tabel 2.2 Sifat mekanik dari serat E-glass (Sumber : J.M Barthelot, 1999)

| Sifat mekanis | Satuan | Nilai |
|---------------------|-------------------|-------------|
| Densitas | Kg/m ³ | 2530 – 2600 |
| Modulus elastisitas | GPa | 7,3 |
| Kekuatan tarik | MPa | 350 |
| Elongation | % | 4,8 |

2.4 Matriks

Matriks adalah bahan atau material yang digunakan untuk mengikat atau menyatukan bahan pengisi tanpa bereaksi secara kimia dengan bahan pengisi tersebut. Matriks juga berfungsi meneruskan beban dari luar ke serat (Surdia, 2003). Matriks mempunyai beberapa fungsi diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Mentransfer tegangan ke serat.

2. Membentuk ikatan koheren, permukaan matrik/serat.
3. Melindungi serat.
4. Memisahkan serat.
5. Melepas ikatan.
6. Tetap stabil setelah proses manufaktur (Nunun Nayiroh, 2010)

Polyester dan *vinyl ester* resin umumnya yang paling banyak digunakan sebagai bahan matrik dan biasanya digunakan untuk pembuatan produk-produk komersial, industri dan transportasi. Namun bila produk yang dibutuhkan diharapkan untuk memiliki kekuatan yang lebih tinggi maka bahan epoksi menjadi pilihan sebagai matrik.

Matrik polyester memiliki sifat fisik halus dan mengkilap, memiliki titik leleh yang tinggi oleh karena itu bahan ini memiliki nilai lebih dalam hal kestabilan dimensi karena serapan airnya dan koefisien ekspansi termal rendah. Bahan ini memiliki kekuatan mekanis yang ungu diantaranya seperti kekuatan impak, koefisien gesek, ketahanan melar. (Surdia, 2005).

Tabel 2.3 Spesifikasi resin unsaturated polyesterer yukalac 157 BQTN (Justus Kimia Raya, 1996)

| Item | Nilai tipikal | Catatan |
|--|---------------|---------|
| Berat jenis (gr/cm^3) | 1.215 | |
| Suhu distorsi panas ($^{\circ}\text{C}$) | 70 | |
| Penyerapan air (suhu ruangan)(%) | 0,188 | 24 jam |
| | 0,466 | 3 hari |
| Kekuatan flextural (Kg/mm^2) | 9,4 | |
| Modulus flextural (Kg/mm^2) | 300 | |
| Daya rentang (Kg/mm^2) | 5,5 | |
| Modulus rentang (Kg/mm^2) | 300 | |
| Elongasi % | 1,6 | |

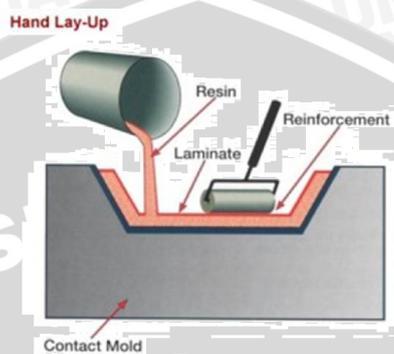
2.5 Proses Pembuatan Komposit

Material komposit merupakan material non logam yang saat ini semakin banyak digunakan mengingat kebutuhan material disamping memprioritaskan sifat mekanik juga dibutuhkan sifat lain yang lebih baik misalnya ringan, tahan korosi dan ramah lingkungan. Selain itu sifat teknologi merupakan salah satu sifat yang harus di miliki oleh material komposit tersebut. Dimana sifat teknologi adalah kemampuan material untuk dibentuk atau diproses. Proses pembuatan atau proses produksi dari komposit tersebut merupakan hal yang sangat penting dalam menghasilkan material komposit tersebut. Banyak cara atau metoda yang di gunakan untuk menghasilkan material komposit yang di inginkandiantaranya adalah:

1. Open Mould Proses

a. *Hand lay-up*

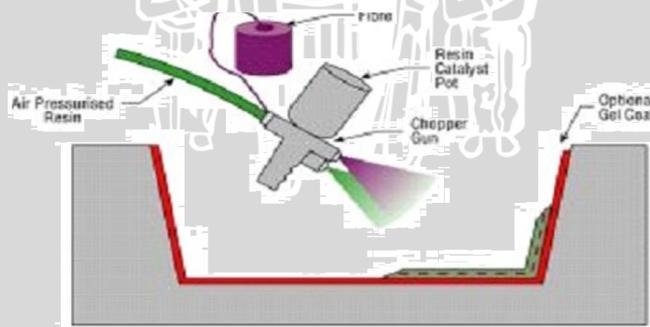
Hand lay-up adalah metoda yang paling sederhana dalam pembuatan komposit. Proses dari pembuatan dengan metoda ini adalah dengan cara menuangkan resin dengan tangan kedalam serat berbentuk anyaman, rajuan atau kain, kemudian memberi tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol atau kuas. Proses tersebut dilakukan berulang-ulang hingga ketebalan yang diinginkan tercapai.



Gambar 2.3 Proses hand lay-up
Sumber : *Anonymous 1*

b. *Spray Lay-Up*

Proses *spray-up* dilakukan dengan cara penyemprotan serat (*fibre*) yang telah melewati tempat pemotongan (*chopper*). Sementara resin yang telah dicampur dengan katalis juga disemprotkan secara bersamaan. Wadah tempat pencetakan *spray-up* telah disiapkan sebelumnya. Setelah itu proses selanjutnya adalah dengan membiarkannya mengeras pada kondisi atmosfer standar.

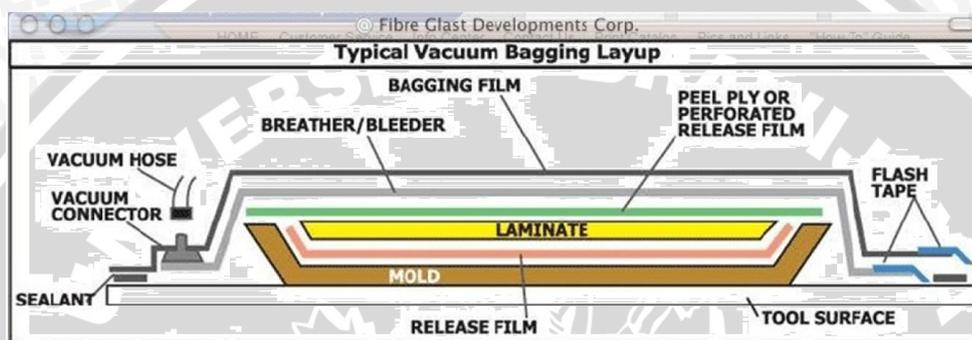


Gambar 2.4 Proses Spray lay-up
Sumber : *Anonymous 2*

c. Vacuum Bag Moulding

Proses vacuum bag merupakan penyempurnaan dari hand lay-up, penggunaan dari proses vakum ini adalah untuk menghilangkan udara terperangkap dan kelebihan resin..

Pada proses ini digunakan pompa *vacuum* untuk menghisap udara yang ada dalam wadah tempat diletakkannya komposit yang akan dilakukan proses pencetakan. Dengan divakumkan udara dalam wadah maka udara yang ada diluar penutup plastic akan menekan kearah dalam. Hal ini akan menyebabkan udara yang terperangkap dalam specimen komposit akan dapat di minimalkan.

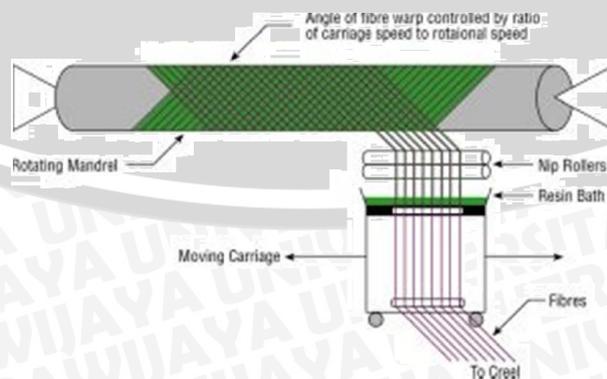


Gambar 2.5 Proses vacuum bag moulding

Sumber : *Anonymous 3*

d. Filament Winding

Fiber tipe *roving* atau *single strand* dilewatkan melalui wadah yang berisi resin, kemudian fiber tersebut akan diputar sekeliling mandrel yang sedang bergerak dua arah, arah radial dan arah tangensial. Proses ini dilakukan berulang, sehingga cara ini didapatkan lapisan serat dan fiber sesuai dengan yang diinginkan.



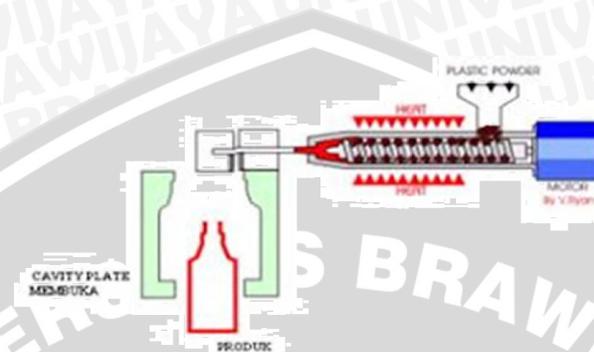
Gambar 2.6 Filament winding

Sumber : *Anonymous 4*

2. Closed Mould Proses

a. Proses Cetakan Tekan (*Compression moulding*)

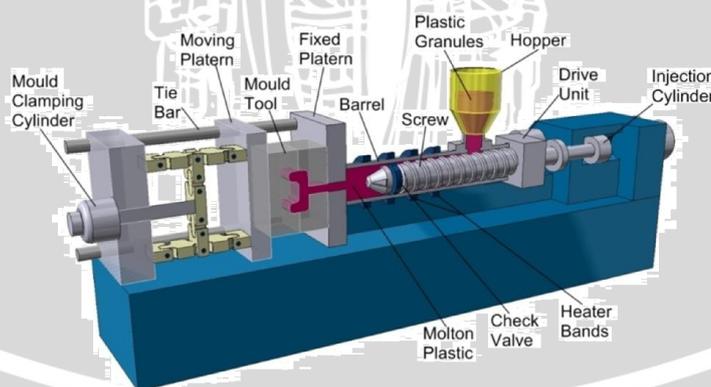
Proses cetakan ini menggunakan *hydraulic* sebagai penekannya. *Fiber* yang telah dicampur dengan resin dimasukkan ke dalam rongga cetakan, kemudian dilakukan penekanan dan pemanasan.



Gambar 2.7 Proses Compression Moulding
Sumber : *Anonymous 5*

b. Injection Moulding

Metoda injection molding juga dikenal sebagai reaksi pencetakan cairan atau pelapisan tekanan tinggi. Fiber dan resin dimasukkan kedalam rongga cetakan bagian atas, kondisi temperature dijaga supaya tetap dapat mencairkan resin. Resin cair beserta *fiber* akan mengalir ke bagian bawah, kemudian injeksi dilakukan oleh mandrel ke arah nozel menuju cetakan.



Gambar 2.8 Proses Injection Moulding
Sumber : *Anonymous 6*

2.6 Pengujian Impak

2.6.1 Kekuatan Impak

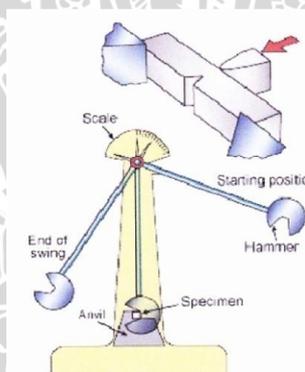
Kekuatan impak adalah kemampuan suatu bahan untuk menahan beban dinamis atau mendadak yang dapat menyebabkan rusak atau patah. Energi yang digunakan untuk mematahkan spesimen merupakan tenaga impak yang berasal dari energi potensial pendulum, karena pendulum dipasang pada ketinggian tertentu. Bila dilepaskan maka energi potensial pendulum berkurang dan menjadi energi kinetik. Energi ini nantinya akan diserap oleh spesimen untuk mematahkan spesimen.

2.6.2 Macam Pengujian Impak

Secara umum pengujian impak dibagi menjadi 2 macam pengujian yaitu pengujian impak *charpy* dan pengujian impak *izod*

a. Pengujian impak charpy

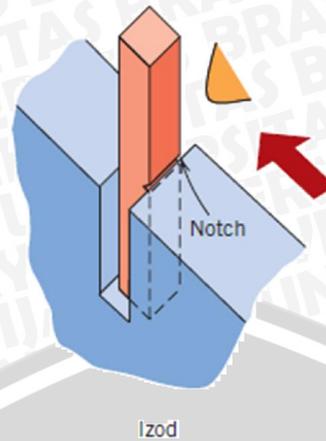
Pada metode charpy, batang uji (spesimen) diletakkan mendatar dan ujung-ujungnya ditahan. Bandul berayun dan memukul spesimen uji impak tepat dibelakang takik.



Gambar 2.9 Pengujian Charpy
Sumber : *Anonymous 7*

b. Pengujian impak izod

Pada pengujian ini salah satu benda uji dijepit pada bibir takikan dan posisi takik berhadapan dengan pendulum yang akan memberi beban kejut.



Gambar 2.10 : Pengujian impak izod
Sumber : *Anonymous 8*

2.7 Tegangan Sisa (*Residual Stres*)

Tegangan sisa merupakan tegangan yang terjadi dalam suatu material setelah gaya luar dihilangkan. Tegangan sisa terjadi beragam mulai dari struktur logam yang luas hingga atomik. Tegangan sisa merupakan tegangan internal yang tersisa dalam material. Ada berbagai faktor yang mempengaruhi jumlah dan distribusi tegangan sisa, seperti, proses penyusutan, proses pendinginan cepat dan transformasi fasa.

Untuk menghitung tegangan sisa dapat dilakukan dengan menggunakan teknik pengukuran *destruktif* dan *non destruktif*.

Beberapa metode pengukuran tegangan sisa dengan menggunakan metode *destruktif*, antara lain :

1. Metode *Hole Drilling*
2. Metode *Ring Core Technique*
3. Metode *Bending Deflection*

Pengukuran tegangan sisa dengan menggunakan metode *non destruktif*, antara lain :

1. *Ultrasonic Technique*
2. *Magnetics methods*
3. *X-Ray*

2.8. Rule of Mixture

Dalam ilmu material terdapat aturan untuk mencampur 2 atau lebih material menjadi komposit yang disebut dengan *rule of mixtures*, yang digunakan untuk memprediksi secara teoritis dari material *properties* dari komposit yang terdiri dari *filler* dan *matrix*.

Rumus yang digunakan untuk menghitung kekuatan tarik dan modulus elastisitas sebagai berikut :

$$\bullet \quad \sigma_c = \sigma_f V_f + \sigma_m V_m \quad \text{Jones (1999 : 127)} \quad (2-1)$$

$$\bullet \quad E_c = E_f V_f + E_m V_m \quad \text{Jones (1999 : 127)} \quad (2-2)$$

Keterangan :

σ_c = Kekuatan komposit (MPa)

σ_f = Kekuatan *fiber* (MPa)

σ_m = Kekuatan matrik (MPa)

E_c = Modulus elastisitas komposit (MPa)

E_f = Modulus elastisitas *fiber* (MPa)

E_m = Modulus elastisitas matrik (MPa)

V_f = Fraksi volume *fiber* (%)

V_m = Fraksi volume matrik (%)

2.9 Hipotesa

Berdasarkan pada teori dan kajian pustaka maka pemberian variasi *two direction pretension* dalam batas elastisitas serat diharapkan dapat menghasilkan peningkatan kekuatan impak material.