

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Pamungkas, T. (2010) meneliti *pengaruh orientasi sudut dan jumlah lapisan serat e-glass terhadap kekuatan tarik komposit laminat polyester*. Spesimen uji yang dipakai adalah spesimen dengan orientasi sudut 0° , 30° , 45° , dan 60° , dan jumlah lapisan serat yang digunakan adalah satu lapis dan dua lapis serat, fraksi volume serat 35% dan ASTM D638-97. Dari hasil penelitian yang dilakukan ternyata orientasi sudut serat yang mendekati 0° terhadap beban tarik atau searah beban tarik, maka akan menghasilkan kekuatan tarik yang tinggi. Jika orientasi sudut semakin mendekati sudut 90° terhadap beban tarik atau tegak lurus terhadap beban tarik, maka akan menghasilkan kekuatan tarik yang rendah, dan pada volume serat yang sama, distribusi serat ternyata tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan tarik. Sehingga jumlah lapisan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan tarik.

Widodo, B. (2008) Analisa sifat mekanik komposit epoksi dengan penguat serat pohon aren (ijuk) model lamina berorientasi sudut acak (*random*). Dari hasil pengujian tarik didapat data kekuatan tarik komposit semakin menurun dan berfluktuasi seiring dengan bertambahnya fraksi berat serat. Pada komposisi berat serat 20% dan 30%, dari ketiga spesimen yang telah di uji didapatkan kekuatan tarik rata-rata sebesar $2,577 \text{ kg/mm}^2$ dan $2,251 \text{ kg/mm}^2$, lebih menu-run dibandingkan dengan komposisi 100% dengan kekuatan tarik sebesar $3,687 \text{ kg/mm}^2$. Pada komposisi berat se-rat 40%, 50% dan 60% spesimen yang telah di uji kekuatan tarik rata-rata yang didapat cenderung meningkat dibanding 100% epoxy yaitu $5,128 \text{ kg/mm}^2$, $3,921 \text{ kg/mm}^2$, $3,762 \text{ kg/mm}^2$. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 3 berikut, dimana specimen dengan komposisi serat 40% mempunyai kekuatan tarik rata-rata yang tertinggi, namun hanya setengah dari ke-kuatan asal serat ijuk.

Damian, Rafael. N.B. (2015) Pengaruh perlakuan alkali serat serabut kelapa terhadap kekuatan tarik komposit *polyester*. Dari hasil dan analisa data dari pengaruh perlakuan alkali serat sabut kelapa terhadap kekuatan tarik komposit polyester, yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan : Komposit dengan penguat serat kelapa dan matrik

polyester dengan fraksi volume serat 40 % dengan kadar NaOH 5 % dengan variasi lama perendaman memiliki kekuatan tarik tertinggi (21,05 MPa) pada lama perendaman selama 2 jam. Semakin lama waktu perendaman nilai kekuatan tarikpun ikut menurun. Komposit berpenguat serat kelapa dengan perlakuan NaOH 5% dengan variasi lama waktu perendaman memiliki karakteristik kegagalan *fiber pull out* yang panjang dan banyak pada penampang patahan, komposit untuk waktu 6 jam dan 8 jam, sedangkan pada komposit berpenguat kelapa dengan perlakuan NaOH 5% memiliki *fiber pull out* yang lebih pendek dan sedikit pada waktu perendaman selama 2 jam dan 4 jam, jenis patahan getas.

Saputra, Willy. (2013) meneliti tentang pengaruh tekanan pengepresan terhadap kekuatan geser tekan dan bending komposit limbah kertas HVS-sekam padi dan didapat hasil dari penelitiannya yaitu Meningkatnya tekanan pengepresan meningkatkan ikatan antar muka antara biofiber limbah kertas HVS dan partikel sekam padi. Peningkatan tekanan pengepresan pada 1,97 MPa meningkatkan MOR (108.08%), MOE (92.22%) and kekuatan geser tekan (85.09%) terhadap spesimen dengan tekanan pengepresan 0,79 MPa.

Sofyan Effendi. (2010) menganalisa pengaruh sifat mekanikal terhadap campuran serat pandan duri dengan matrik *polyester* (komposit). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan dan regangan tarik komposit memiliki harga optimum. Dari hasil uji tarik untuk serat disusun vertikal untuk hasil tahanan tarik maksimum yang terkecil dengan serat $V_f5\% = 46,77$ Mpa . Sedangkan tegangan tarik maksimum yang terbesar serat $V_f25\% = 50,05$ Mpa. Untuk uji serat disusun horizontal untuk hasil tegangan tarik maksimum terkecil dengan serat $V_f5\% = 59,43$ Mpa, sedangkan tegangan tarik maksimum terbesar serat $V_f25\% = 63,45$ Mpa dan untuk uji tarik dengan serat disusun secara acak untuk hasil tegangan tarik terkecil dengan serat $V_f5\% = 71,167$ Mpa sedangkan tegangan tarik terbesar serat $V_f25\% = 75,1$ Mpa . Dengan kesimpulan ini terbukti dengan metode susunan acak karena material serat lebih banyak dibandingkan dengan metode susunan vertikal dan horizontal . Begitu juga dengan pengujian bending dari hasil yang didapat bahwa dengan bertambahnya jumlah serat maka akan meningkatkan nilai tegangan lentur bahan.

2.2 Pengertian Material Komposit

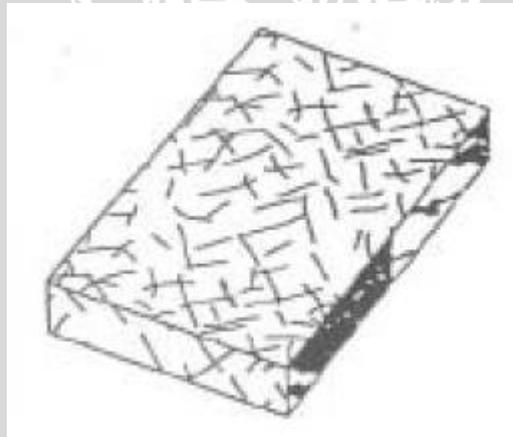
Pengertian komposit adalah kombinasi makroskopik dari dua atau lebih bahan yang memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda. Dikarenakan perbedaan dari bahan pembentuknya, maka dihasilkan material komposit yang sifat mekanik dan karakteristiknya berbeda pula dari bahan-bahan pembentuknya. (Schwartz, 1992).

2.2.1 Klasifikasi Material Komposit

Komposit dapat dikelompokkan dalam beberapa jenis, tergantung pada geometri dan jenis seratnya (Schwartz, 1992) :

1. Komposit berpengisi (*filler composites*)

Komposit berpengisi atau *filler composite* ini terdiri dari struktur sambungan tiga dimensi, pada struktur dimensi atau impregnasi dengan dua fase material pengisi. Pengisi pada komposit berpengisi mempunyai bentuk tiga dimensi sama dengan matriknya. Pada komposit berpengisi, *filler* atau penguat ditentukan oleh kekosongan di dalam matrik.



Gambar 2.1 Komposit pengisi (*filler composites*)
Sumber : Gibson (1994)

2. Komposit laminat (*laminated composite*)

Komposit laminat merupakan jenis komposit yang terdiri dari penggabungan dua lapis material atau lebih menjadi satu dan setiap lapisannya mempunyai sifat mekanik dan karakteristik khusus. sifat-sifat yang ditekankan pada komposit laminate adalah ketahanan korosi, kekuatan, kekakuan, ketahanan aus, isolasi termal, dan isolasi listrik. Komposit laminat terdiri dari empat jenis yaitu

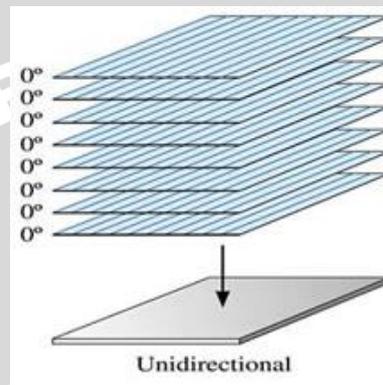
komposit serat kontinyu, komposit serat anyam, komposit serat acak dan komposit serat hibrid. Komposit *laminata* dibagi menjadi dua yaitu :

- *Continuous Fiber Laminate*

Lamina ini mempunyai penyusun dengan serat yang tidak terputus hingga mencapai ujung-ujung lamina. Continuous fiber laminate terdiri dari :

- *Unidirectional laminate* (satu arah)

Bentuk laminate mempunyai arah serat yang sama. Sehingga kekuatan terbesar dari komposit lamina ini karena arah seratnya.

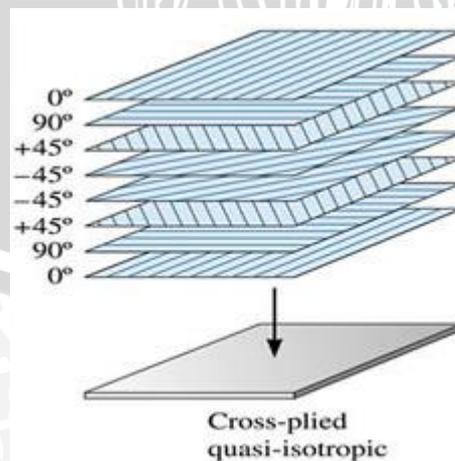


Gambar 2.2 *Unidirectional laminate*

Sumber : Quartus (2016)

- *Crossplied quasi-isotropoic* (silang)

Lamina ini mempunyai susunan serat yang saling silang tegak lurus satu sama lain antara lamina.



Gambar 2.3 *Crossplied quasi-isotropoic*

Sumber : Quartus (2016)

3. Komposit serat (*fiber composite*)

Fiber composite merupakan komposit yang diperkuat oleh serat. Serat komposit dari komposit serat berbentuk serat pendek (*short fiber composite*) atau serat panjang (*long fiber composite*). Serat umumnya anisotropik seperti karbon dan aramid, pengertian dari anisotropik itu sendiri adalah sifat permeabilitas suatu material yang tidak seragam pada arah rembesan atau serapan yang berbeda. Serat ini bisa disusun secara acak dengan orientasi tertentu ataupun bisa juga dalam bentuk yang lebih tersusun seperti anyaman. Komposit serat atau *fiber composite* ini hanya terdiri dari satu lamina atau lapisan menggunakan serat sebagai penguat. Terdapat tiga tipe serat pada komposit, yaitu :

a. Komposit Serat Kontinyu (Continuous Fiber Composite)

Continuous atau uni-directional, mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriksnya. Jenis komposit ini paling banyak digunakan. Kekurangan komposit tipe ini adalah lemahnya kekuatan antar lapisan, hal ini dikarenakan kekuatan antara lapisan dipengaruhi oleh matriksnya.



Gambar 2.4 *Continuous Fiber Composite*
Sumber : Gibson, Ronald F (1994)

b. Komposit Serat Anyam (Woven Fiber Composite)

komposit ini tidak mudah terpengaruh pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan tidak sebaik tipe continuous fiber.

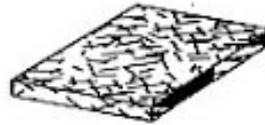


Gambar 2.5 *Woven Fiber Composite*

Sumber : Gibson, Ronald F (1994)

c. Komposit Serat Acak (Discontinuous Fiber Composite)

Komposit serat pendek merupakan komposit yang diperkuat oleh serat yang ukurannya dibuat pendek. Komposit serat pendek umumnya menggunakan resin termoset sebagai matriknya. Resin termoset ini memiliki sifat amorf atau semikristalin. Material komposit serat pendek yang diperkuat dengan serat berukuran pendek memakai arah orientasi serat penguatnya secara acak. Secara acak biasanya serat penguat mempunyai derajat orientasi.



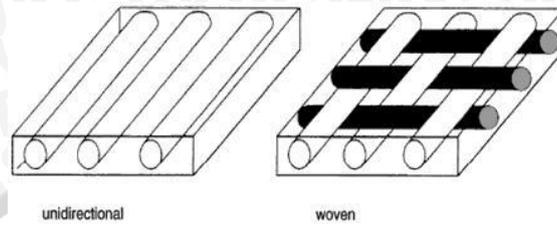
Gambar 2.6 *Randomly Oriented Discontinuous Fiber*

Sumber : Gibson, Ronald F (1994)

2.3 Serat yang Danyam (*Woven Fibers*)

Dalam istilah polimer komposit, serat didefinisikan sebagai serat panjang yang diletakan sebagai penguat material yang terdiri dari satu atau lebih lapisan. Lapisan ini tergabung menjadi satu oleh mekanisme *mechanical interlocking* dari serat itu sendiri atau dari material lain untuk mengikat serat-serat ini menjadi satu atau menahan serat tersebut agar tetep pada tempatnya. Serat yang danyam dihasilkan dengan cara menjalin bagian serat yang disusun sejajar dan tidak bergerak (*warp*) atau benang lungsin dengan bagian serat yang dimasukkan melintang pada bagian lungsin tersebut atau benang pakan dalam sebuah pola yang teratur atau salah satu jenis bentuk anyaman. Keutuhan serat dijaga oleh mekanisme saling mengunci atau *mechanical interlocking* serat itu sendiri. Beberapa teknik menganyam yang umumnya digunakan adalah *plain*, *twill*, *satin*, *basket*, *leno* dan *mock leno*. Kekuatan tarik dari komposit dengan serat anyam dapat diatur menggunakan variasi serat yang digunakan dan variasi metode penganyaman. Variasi dari benang anyam

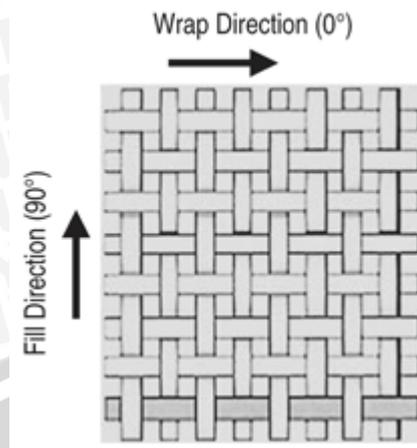
yang dipakai dapat berupa jumlah benang yang dipakai pada bagian *warp* dan *fill* ataupun dengan penggunaan bermacam serat sebagai benang anyam. (Mallick, 2007)



Gambar 2.7 Serat kontinyu dan serat yang dianyam
Sumber : Jaafar (2010)

2.3.1 Plain Weave Woven (anyaman polos)

Plain Weave Woven adalah salah satu dari tiga jenis tenunan yang sering dipakai. Anyaman ini termasuk populer dalam pelapisan basah (*wet lay up*), karena kemudahan penanganan dan cepat basah (*fast wet out*). Anyaman ini tergolong kuat dan tangguh, biasanya digunakan pada pakaian. Dalam anyaman ini setiap serat yang dibengkokkan (*warp*) lewat pergantian pada bagian bawah dan atas pada masing-masing serat pakan (*welf*), jadi serat diatur agar tersusun dan membentuk pola selang-seling sederhana dan membentuk serat yang simetris, dengan stabilitas yang baik. Penggunaan pola anyaman ini juga banyak diaplikasikan untuk industri dan dipakai sebagai pola anyaman umum pada pakaian, karung, juga sebagai pola dalam pembuatan fiber belt yang sering dijumpai pada belt conveyor. Pola anyaman ini dapat digambarkan pada gambar berikut :



Gambar 2.8 *plain weave pattern*
Sumber : Schofield (2009)

2.4 Matriks

2.4.1 Defenisi Fungsi Dan Klasifikasi Matriks

Matrik adalah bahan yang berfungsi mengikat penguat satu dengan yang lain. Bahan yang umum dipakai sebagai matrik adalah metal, keramik, atau polimer. Pada saat ini polimer sering dipergunakan karena lebih ringan dan tahan korosi. (Schwartz, 1992). Persyaratan di bawah ini perlu dipenuhi sebagai bahan matriks untuk pencetakan bahan komposit :

1. Mempunyai penyusutan yang kecil pada pengawetan.
2. Dapat diukur pada temperatur kamar dalam waktu yang optimal.
3. Resin yang dipakai perlu memiliki viskositas rendah, sesuai dengan bahan penguat dan *permeable*.
4. Memiliki daya rekat yang baik dengan bahan penguat. (Surdia,2003).

Pada umumnya matriks berfungsi didalam material komposit sebagai (Schwartz, 1992):

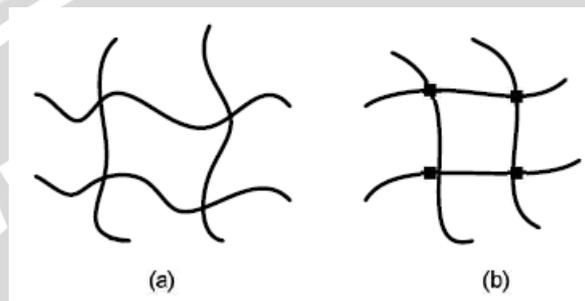
1. Menjaga agar serat tetap berada di dalam struktur komposit.
2. Membantu mendistribusi beban yang diterima.
3. Melindungi serat dari kerusakan eksternal seperti pengausan.
4. Memberi perlindungan serat terhadap keadaan lingkungan yang kurang baik.

Bahan pengisi yang berfungsi sebagai penguat pada material komposit dapat berbentuk serat, partikel, dan serpihan. Dalam hal ini sebagai pengikat atau penyatu antara serat dengan serat, partikel dengan partikel yaitu digunakan matriks.

Secara umum matriks terbagi atas dua kelompok yaitu:

1. Termoset

Merupakan bahan yang sulit mencair atau lunak apabila dipanaskan karena harus membutuhkan temperatur yang sangat tinggi. Hal ini diakibatkan karena molekul-molekulnya mengalami ikatan silang (*cross linking*) sehingga bahan tersebut sulit dan bahkan jarang didaur ulang kembali (Hartomo, 1992). Gambar 2.9 memperlihatkan bahwa pemanasan bahan termoset akan mengakibatkan terjadinya *cross linking* antara molekul-molekul sehingga jika bahan termoset telah mengeras maka sulit untuk dilunakkan kembali dengan pemanasan.



Gambar 2.9 Molekul pada polimer termoset mengalami *cross linking* (a) Sebelum dipanaskan dan (b) Sesudah dipanaskan.

Sumber : Hartomo (1992)

2. Termoplastik

Merupakan bahan yang mudah menjadi lunak kembali apabila dipanaskan dan mengeras apabila didinginkan sehingga pembentukan dapat dilakukan berulang-ulang karena mempunyai struktur yang linier.

2.4.2 Mika Sebagai Matriks

Mika merupakan jenis PMMA (*Polymethyl Methacrylate*) merupakan material dengan karakteristik warnanya yang bening dan transparan. Tidak hanya transparan, tetapi PMMA sedikit sekali menyerap sinar melalui material tersebut dan juga memiliki masa jenis $\frac{1}{2}$ lebih kecil daripada gelas, dan juga ketahanan terhadap cuacanya sangat baik. Disamping itu bahan ini juga mempunyai sifat isolasi listrik yang baik.

Penggunaan bahan metaakrilat sangat banyak di pasaran, dengan memodifikasi beberapa sifat yang ada sehingga didapat kekuatan yang diinginkan. Contoh penggunaan metaakrilat seperti bahan konstruksi, kubah plafon bercahaya, lampu gantung, tutup lampu dan lainnya.

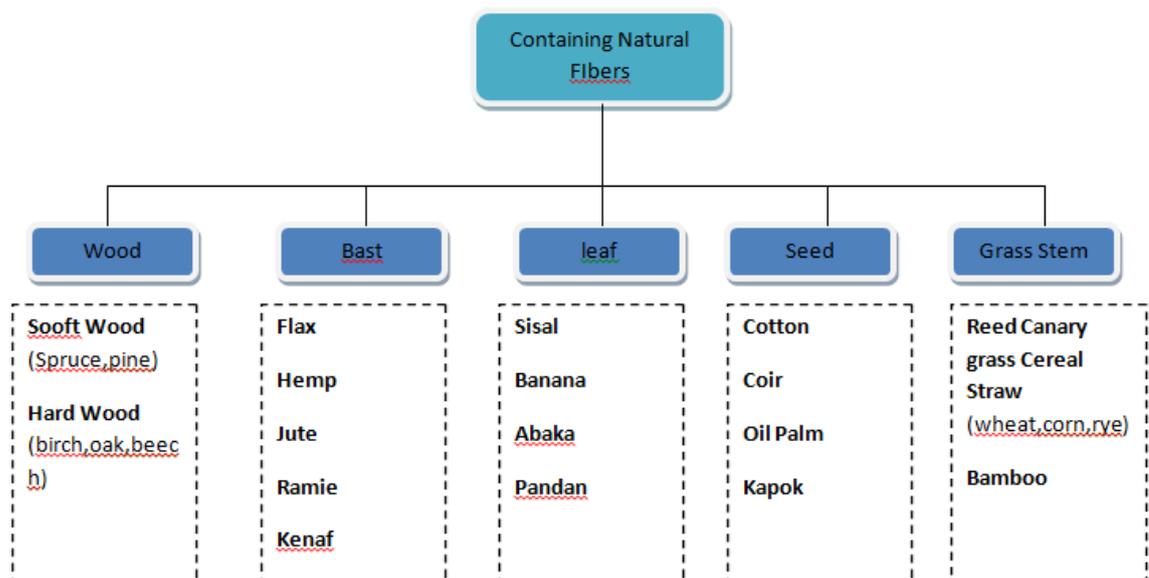
Tabel 2.1 *Mechanical Properties of Polymethyl Metaacrylate*

Mechanical Properties	Nilai
Hardness, Rockwell M	63-97
Tensile Strength, Ultimate	47-79 MPa
Elongation at Break	1-30%
Tensile Modulus	2.2-3.8 GPa
Flexural Modulus	3-3.5 GPa
Izod Impact, Notched	1.2-20 kJ/m ²
Izod Impact, Unnotched	11 kg/m ²
Tensile Creep Modulus, 1h	1800-2700 MPa
Tensile Creep Modulus, 1000h	1200-1800 MPa

Sumber : Crawford, R.J. *Plastics engineering*. Butterworth Heinemann, 1998

2.5 *Natural Fiber*

Natural fiber atau biasanya disebut sebagai serat alam berasal dari hewan dan tumbuhan. Serat pada *Natural fiber* berbentuk seperti benang dan menempel satu dengan yang lain. Untuk mendapatkan bentuk serat sesuai kebutuhan diperlukan beberapa tahapan pemrosesan tergantung dengan karakter bahan dasar dari serat tersebut. Contoh tanaman penghasil serat alam yang biasanya digunakan sebagai bahan komposit adalah sabut kelapa, serat daun nanas, serat daun pandan, kelapa sawit, sisal, rami, kenaf dan masih banyak yang lainnya menurut kebutuhan dan pemanfaatannya.



Ada enam tipe dasar dari serat alami. Mereka di klasifikasikan berdasarkan asalnya, sebagai berikut :

- Kayu (kayu lunak, kayu keras)
- Serat batang/kulit batang (*kenaf, flax, rami, jute*)
- Serat daun (*sisal, henequen*, serat nanas, serat pisang, serat pandan)
- Serat rerumputan (serat bambu, alang-alang)
- Serat benih/buah (cotton, serat kelapa)

Saat ini serat alami berpenguat polimer telah dipakai dalam industri seperti pembuatan panel pintu, kursi, dan atap. Selain itu juga dipakai dalam industri otomotif karena beberapa alasan seperti :

1. Lebih ekonomis dan efisien dalam pembuatan
2. Ramah lingkungan
3. Massa jenis serat alami berada pada kisaran 1,25-1,5 gr/cm³ dibandingkan dengan serat kaca 2,54 gr/cm³ dan serat karbon 1,8-2,1 gr/cm³
4. *Modulus weight ratio* pada beberapa serat alam lebih besar dari serat kaca tipe E-glass, yang berarti serat alam dapat lebih kompetitif dibandingkan serat E-glass pada desain ketangguhannya
5. Sebagai pengganti material konvensional

2.6 Daun Pandan

Daun pandan merupakan tumbuhan monokotil dari genus *pandanus*. Sebagian besar anggotanya tumbuh di dataran rendah di daerah pantai tropis. Tumbuhan ini memiliki ciri-ciri dengan daun yang memanjang seperti daun palem atau rumput dengan akar tunjang yang menopang tumbuhan ini. Ukuran tumbuhan ini bervariasi, dari 50 cm sampai dengan 5 m (Anastatica, 2009).

Bagian pandan yang sering dimanfaatkan selama ini adalah daunnya. Di Jawa dikenal dengan anyaman pandan berupa topi dan tikar dari pandan sehingga ada beberapa industri yang dibangun. Jenis yang digunakan untuk bahan baku anyaman di Jawa adalah pandan duri/laut (*Pandanus tectorius*), sedang di beberapa tempat menggunakan jenis *Pandanus artocapus* dan *Pandanus furcatus*. (widjaja, 1989)

2.6.1 Daun Pandan Laut (*Pandanus Tectorius*)

Serat daun pandan laut adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*Natural fiber*) pandan dan termasuk dalam family *Pandanaceae*. Jenis dari marga *Pandanus tectorius* merupakan anggota *Pandanaceae* yang paling luas persebarannya dan kisaran habitat yang ditempatinya. Tumbuhan tersebut dapat ditemukan mulai dari pantai berpasir hingga hutan dataran tinggi dengan ketinggian sekitar 3500 m dari permukaan laut dan mulai dari hutan sekunder dan padang rumput dengan corak ragam tanah mulai dari tanah basah subur berhumus, kapur, rawa gambut hingga tanah berpasir yang relatif kering dan miskin zat-zat hara (Stone, 1982)



Gambar 2.10 Pandan Laut (*Pandanus Tectorius*)
Sumber : Fahry (2014)

2.7 Perekat (*Epoxy Adhesive*)

Perekat adalah suatu bahan yang dapat menyatukan bahan-bahan lainnya melalui ikatan permukaan (Shield, 1970) *Epoxy* atau disebut juga *epoxide* adalah sebuah perekat yang memiliki kekuatan yang sangat bagus dan tahan lama terhadap berbagai macam lingkungan. Epoxy akan bertambah kuat daya rekatnya bila ditambahkan dengan katalis. Dengan penambahan katalis dapat mempercepat pembekuan dan memperkuat daya rekatnya. Mekanisme *adhesive* terjadi dimana perekat masuk ke pori-pori kecil substrat, atau dengan salah satu dari beberapa mekanisme kimia. Kekuatan adhesi tergantung dari banyak faktor, termasuk cara-cara yang terjadi. Epoxy terdiri dari dua komponen yg berfungsi sebagai *hardener* dan *resin*. Kedua komponen tersebut berfungsi sebagai perekat dan juga pengeras pada komposit dengan variasi kekuatan dan kecepatan dalam pengeringan. Keuntungan dari epoxy adhesive sebagai berikut :

- Curing tanpa hasil yang berbahaya

- Tahan goresan
- Pengerutan kecil
- Daya rekat ke berbagai jenis permukaan bagus

2.8 Kekuatan Tarik

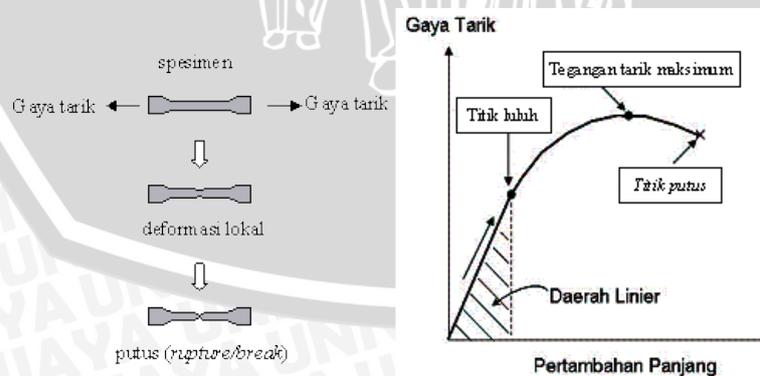
Kekuatan tarik dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk menerima beban tanpa mengalami kerusakan. Pada suatu material, kekuatan tarik dapat dinyatakan sebagai tegangan maksimum sebelum putus.

2.8.1 Uji Tarik

Uji tarik adalah metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu material dengan memberi beban gaya terhadap satu arah sumbu. Percobaan ini bertujuan untuk menguji ketahanan suatu material yang diberi beban statis secara lambat. Hasil yang didapat dari pengujian tarik sangat penting karena menghasilkan data kekuatan dari materialnya. Data ini yang digunakan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan.

2.8.2 Teori Pengujian Tarik

Pengujian tarik adalah pengujian dengan terus menarik suatu material sampai putus, akan didapatkan profil tarikan yang lengkap seperti digambarkan pada kurva Gambar 2.16. Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang. Profil ini sangat diperlukan dalam desain yang memakai bahan tersebut.



Gambar 2.11 Gambaran singkat uji tarik dan datanya
Sumber : sastranegara (2009)

Biasanya yang menjadi fokus perhatian adalah kemampuan maksimum bahan tersebut dalam menahan beban. Kemampuan ini umumnya disebut “*Ultimate Tensile*

Strength” disingkat dengan **UTS**, dalam bahasa Indonesia disebut tegangan tarik maksimum.

- **Hukum Hooke** (*Hooke's Law*)

Untuk hampir semua logam, pada tahap sangat awal dari uji tarik, hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang bahan tersebut. Ini disebut daerah linier atau *linear zone*. Di daerah ini, kurva penambahan panjang dengan beban mengikuti aturan Hooke yang berbunyi, *rasio tegangan (stress) dan regangan (strain) adalah konstan*. *Stress* adalah **beban dibagi luas penampang bahan** dan *strain* adalah **pertambahan panjang dibagi panjang awal bahan**.

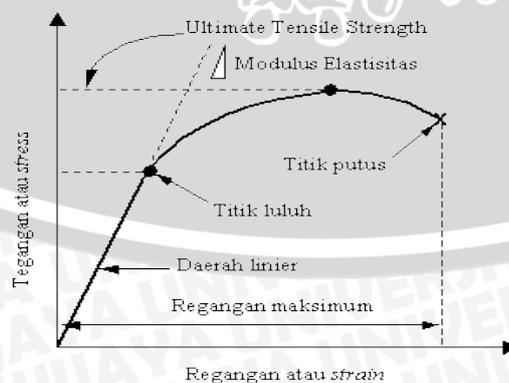
$$\sigma = F/A \quad (2-1)$$

$$\varepsilon = \Delta L/L \quad (2-2)$$

Dimana :

- F = gaya tarikan
- A = luas penampang
- ΔL = pertambahan panjang
- L = panjang awal

Grafik hubungan antara tegangan dan regangan merupakan kurva standar ketika melakukan eksperimen uji tarik. *E* adalah gradien kurva dalam daerah linier, di mana perbandingan tegangan (σ) dan regangan (ε) selalu tetap. *E* diberi nama *Modulus Elastisitas*. Berikut ini merupakan grafik hubungan antara tegangan dan regangan (*stress vs strain*).



Gambar 2.12 Kurva Tegangan dan Regangan
Sumber : sastranegara (2009)

Perubahan panjang dari spesimen dideteksi lewat pengukur regangan (*strain gage*) yang ditempelkan pada spesimen. Bila pengukur regangan ini mengalami perubahan panjang dan penampang, terjadi perubahan nilai hambatan listrik yang dibaca oleh detektor dan kemudian dikonversi menjadi perubahan regangan.

2.9 Proses penekanan

Proses penekanan adalah suatu proses pemberian gaya tekan terhadap spesimen dengan besar tekanan tertentu dan waktu penekanan tertentu. Proses penekanan ini dimaksud dengan memberikan gaya tekan yang merata pada spesimen. Dalam pembuatan komposit gaya tekan memiliki pengaruh yang sangat besar. Pengaruh besarnya tekanan dapat menyebabkan ikatan pada permukaan antara matrik dan pengisi berikatan lebih kuat, sehingga dapat mengurangi jumlah pori yang terbentuk. Suatu struktur spesimen harus dapat menahannya yaitu tarik, tekan, geser dan lentur.

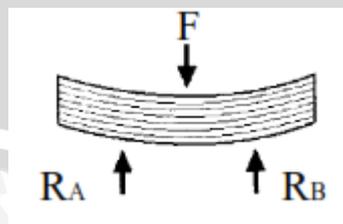
1. Tarik



Gambar 2.13 Beban tarik
Sumber : Callister (2007)

Reaksi komposit terhadap beban tarik sangat tergantung pada sifat kekakuan dan kekuatan tarik dari serat penguat, dimana jauh lebih tinggi dibandingkan dengan resinnya.

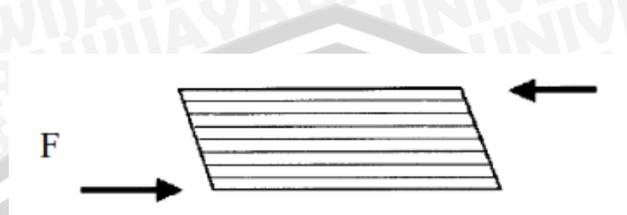
2. Lenturan



Gambar 2.14 Beban lenturan
Sumber : Callister (2007)

Beban lentur sebetulnya merupakan kombinasi beban tarik, tekan dan geser. Ketika beban seperti diperlihatkan, bagian atas terjadi tekan, bagian bawah terjadi tarik dan bagian tengah lapisan terjadi geser.

3. Geser



Gambar 2.15 Beban geser
Sumber : Callister (2007)

Beban ini mencoba untuk meluncurkan setiap lapisan seratnya. Di bawah beban geser resin memainkan peranan utama, memindahkan tegangan melintang komposit. Untuk membuat komposit tahan terhadap beban geser, unsur resin diharuskan tidak hanya mempunyai sifat-sifat mekanis yang baik tetapi juga daya rekat yang tinggi terhadap serat penguat.

4. Tekan



Gambar 2.16 Beban tekan
Sumber : Callister (2007)

Gaya tekan adalah gaya yang bekerja pada sebuah permukaan persatuan luasan bidang tekan. Dalam pembuatan komposit gaya tekan memiliki pengaruh sangat besar. Pengaruh bertambahnya tekanan menyebabkan ikatan antar muka antara matrik dan pengisi menjadi meningkat dan mengurangi jumlah pori yang terbentuk. Sifat daya rekat dan kekakuan dari sistem resin sangat penting. Resin menjaga serat sebagai kolom lurus dan mencegah dari tekukan (buckling). Berikut adalah rumus gaya tekan.

$$P = \frac{F}{A}$$

Dimana : P = tekanan (N/m²)
F = gaya (N)
A = luas permukaan bidang tekan (m²)

2.10 Metode Pembuatan Komposit

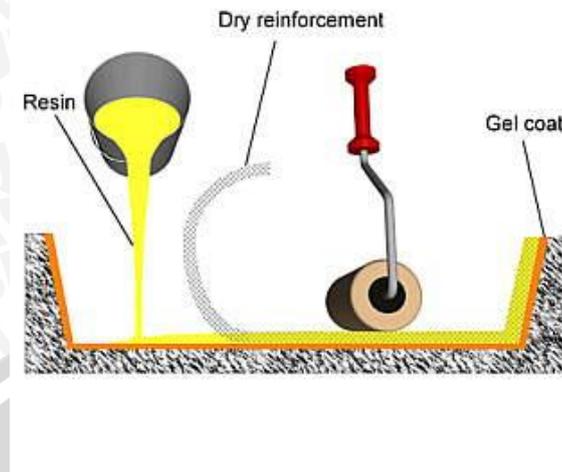
Dalam pembuatan komposit diperlukan suatu cetakan dimana cetakan tersebut harus bersih dari kotoran dan permukaannya halus. Cetakan dapat terbuat dari logam, kayu, gips, plastik, dan kaca. Ada 3 metode pembuatan komposit yang sering digunakan, yaitu :

1. Metode *Hand Lay Up*

Metode *hand lay up* merupakan metode yang paling sederhana untuk memproduksi plastik yang diperkuat serat. cara pembuatan dengan sistem *hand lay-up* dilakukan dengan meletakkan serat pada cetakan yang telah dilapisi dengan *release film* yang bertujuan untuk mencegah lengketnya material-material komposit pada cetakan, terutama pada sudut-sudut cetakan, *release film* ini juga membantu membentuk permukaan komposit menjadi lebih baik, setelah serat diletakkan pada cetakan selanjutnya matrik dituang dalam cetakan, rol penekanan digunakan untuk meratakan dan menghilangkan udara yang terperangkap.

Langkah Tahap proses pembuatan produk material komposit :

1. Pembersihan dan pemberian pelicin.
2. Pemberian pigmen warna (*gel coat*) sebagai permukaan luar panel komposit yang dihasilkan
3. Pemberian resin dan penguat serat
4. Proses pengeringan
5. Proses pelapisan panel komposit dari cetakan.



Gambar 2.17 Metode *Hand lay up*
Sumber : Gibson (1994)

2. Metode *Spray Up*

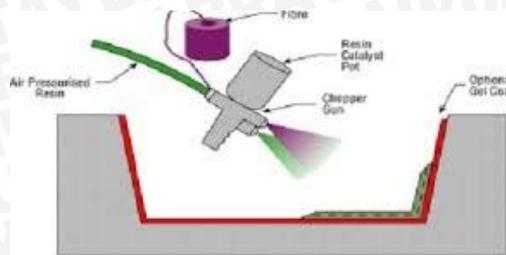
Dalam pembuatan komposit dengan menggunakan metode *spray up* ini menggunakan alat penyemprot. Alat penyemprot tersebut berisi resin, katalis, dan potongan serat yang secara bersamaan disemprotkan ke dalam cetakan.

Kelebihan :

- Hemat dalam penggunaan resin dan *filler*
- Peralatan yang dipakai murah

Kekurangan :

- Karena proses penyemprotan maka mesin yang dipakai harus mempunyai viskositas yang rendah
- Hanya dapat dipakai untuk *filler* berbentuk partikel dan serat pendek acak
- Dapat membahayakan kesehatan karena adanya kemungkinan partikel-partikel resin yang terhirup selama proses penyemprotan.



Gambar 2.18 Metode *Spray up*
Sumber : holics (2008)

3. Metode *Injection Molding*

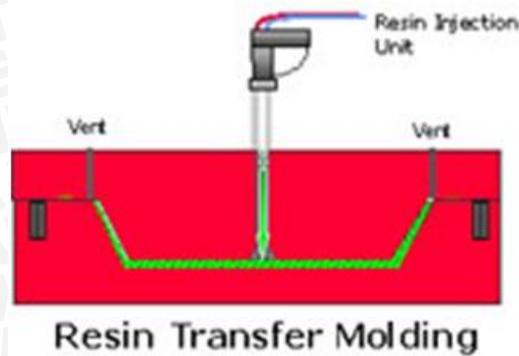
Injection molding merupakan metode yang paling sering digunakan dalam manufaktur komposien resin termoplastik. Metode ini dilakukan dengan cara memberikan tekanan injeksi (*injection pressure*) dengan besar tertentu pada material plastik yang telah dilelehkan oleh sejumlah energi panas untuk dimasukkan ke dalam cetakan sehingga didapatkan bentuk yang diinginkan.

Kelebihan :

- Produk dapat dibuat dengan toleransi ukuran kecil.
- Komponen dapat dihasilkan dengan tingkat produksi tinggi.
- Dapat mencetak produk yang sama dengan bahan baku yang berbeda tanpa merubah mesin dan cetakan.

Kekurangan :

- Digunakan untuk serat pendek acak dan partikel namun sulit apabila digunakan untuk serat *continour*.
- Apabila resin yang digunakan mempunyai titik leleh tinggi maka energi yang dibuthkan untuk pemanasan juga lebih tinggi maka energi yang dibutuhkan untuk pemanasan juga lebih besar sehingga biaya pengerjaan bisa lebih tinggi.



Gambar 2.19 Metode *injection molding*
Sumber : Callister (2007)

2.11 Hipotesis

Dari beberapa teori di atas dapat diambil sebuah hipotesis bahwa sudut *woven* pada *natural fiber* akan berpengaruh pada kekuatan tarik *laminat composite*. Sedangkan proses penekanan berpengaruh terhadap distribusi pengeleman, sehingga kekuatan rekat antara matrik dengan serat semakin mengikat, sehingga kekuatan tarik *laminat komposit* juga bertambah kuat.

