

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Komposit merupakan perpaduan dari dua material atau lebih yang memiliki fasa yang berbeda menjadi suatu material yang baru dan memiliki properties lebih baik dari keduanya. Komposit menjadi bahan alternatif pengganti bahan logam, hal ini disebabkan sifat dari komposit serat yang kuat dan mempunyai berat yang lebih ringan dibandingkan logam (*Fahmi H, 2011*). Karakteristik komposit sangat kuat dipengaruhi oleh penyusunnya, distribusinya dan interaksinya. Lebih spesifik, juga dipengaruhi oleh geometri dari penguatnya, dimana geometri itu merupakan bentuk, ukuran dan distribusi ukurannya. Semua hal ini kemudian dikembangkan untuk menaikkan karakteristik mekaniknya seperti kekuatan, kekakuan, ketangguhan, peforma terhadap panas dan lainnya. (*Sirait, 2010*)

Keuntungan dari penggunaan komposit sendiri adalah bobotnya yang ringan serta mempunyai kekuatan dan kekakuan yang baik, biaya produksi lebih murah, umur pemakaian yang lama dan tahan terhadap korosi. Hal demikian harus diperhatikan karena pada komposit yang diperkuat agar dapat membentuk produk yang efektif, disamping itu juga harus ada ikatan permukaan yang lebih kuat antara komponen penguat dan matriks. (*Djaprie, 1991:592*)

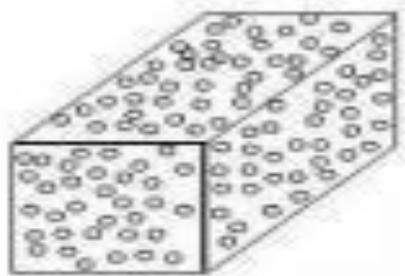
Menurut bentuk dan penyusunnya material komposit dapat dibedakan menjadi lima jenis, yaitu :

1. Komposit Partikel (*particulate composite*)

Komposit partikel merupakan material komposit yang bahan penguatnya

berbentuk partikel atau butiran. Misal bulat, serpih atau balok, serta bentuk lainnya yang memiliki panjang sumbu hampir sama, dan bisa terbuat dari satu atau lebih.

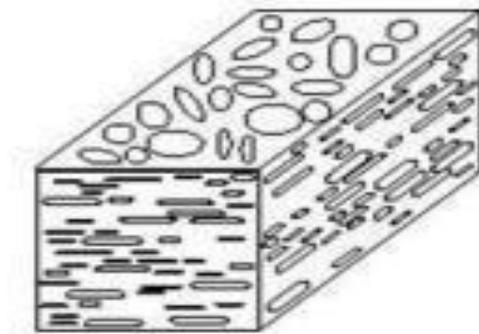
Material yang dibenamkan dalam suatu matriks dari material yang berbeda.



Gambar 2.1. Komposit Partikel (*Lumintang S, 2011*)

2. Komposit Serpih (*flake*)

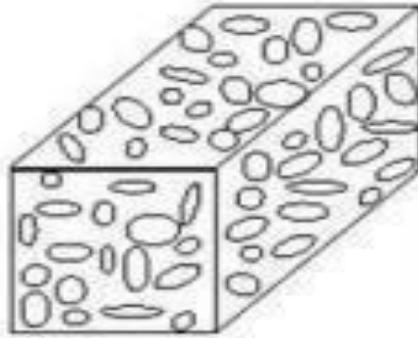
Komposit ini pada umumnya menggunakan bahan penguat yang distribusikan ke dalam matriks, sehingga komposit yang dihasilkan cenderung lebih bersifat *isotropis* dari pada *anisotropis*.



Gambar 2.2. Komposit Partikel Serpih (*Flake*) (*Lumintang S, 2011*)

3. Komposit Skeltal (*filled*) Komposit skeltal adalah komposit yang mengandung partikel yang hanya dimaksudkan untuk memperbesar volume material dan bukan untuk kepentingan sebagai bahan penguat. Di dalam komposit skeltal

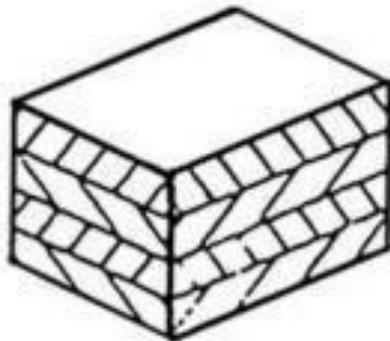
biasanya diberi tambahan material atau *filler* ke dalam matriknya dengan struktur tiga dimensi.



Gambar 2.3. *Komposit Skeltal (Filled)* (Lumintang S, 2011)

4. Komposit Laminar

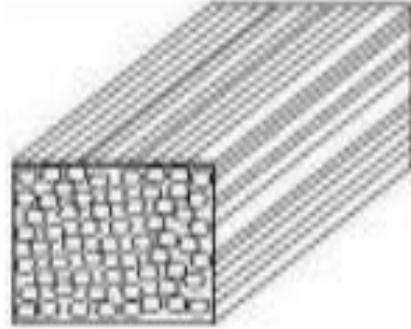
Komposit laminar merupakan jenis komposit yang tersusun atas dua atau lebih lamina/lapisan. Komposit serat lamina ini adalah yang paling banyak digunakan dalam lingkup teknologi otomotif maupun industri.



Gambar 2.4. *Komposit Laminar* (Lumintang S, 2011)

5. Komposit Serat (*fibrous composite*)

Pada umumnya serat jauh lebih kuat dan kaku dibanding matriknya, sifat dan kandungan seratnya akan sangat menentukan sifat komposit yang dihasilkan. Komposit serat merupakan jenis komposit yang paling banyak digunakan untuk struktur. Komposit serat terdiri dari serat sebagai bahan penguat dan matrik sebagai bahan pengikat, pengisi volume dan pelindung serat-serat untuk mendistribusikan gaya atau beban antara serat-serat.



Gambar 2.5. Komposit Serat (*fibrous composite*) (Lumintang S, 2011)

Dalam penelitian yang akan saya lakukan, bentuk dan penyusunnya yang digunakan adalah bahan komposit serat (*fiber composite*), komposit serat memiliki kekuatan dan kekakuan yang lebih baik. 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–serta yang terikat oleh matrik yang saling berhubungan. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (*continous fiber*) dan serat pendek (*short fiber* dan *whisker*). 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.

2.1.1 Bahan Penguat (*Reinforcement*)

Salah satu bagian utama dari komposit adalah penguat, yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit. Bahan penguat yang paling sering dipakai adalah serat glass. Sebagai bahan baku serat, umumnya dipakai non–alkali (glass tipe E). Serat glass ini memiliki kekuatan tarik yang tinggi, kira-kira 1000 Kali lebih kuat dari kawat baja (90 kgf/mm) (Aris, 2015). Serat karbon (serat grafit) dibuat dari serat akrilik disinter dan digrafitkan. Serat ini kekuatannya lebih rendah dari pada serat

gelas, tetapi tidak dapat diabaikan, sedangkan modulus elastiknya baik sekali. Massa jenisnya kira-kira 1,8-1,9 lebih rendah dari serat gelas. Penguat yang digunakan pada polimer, baik termoplastik maupun thermoseting pada umumnya dalam bentuk serat (*fiber*), benang (*filament*) dan butiran.

Material serat (*fiber*) berfungsi untuk memberikan kekuatan pada material matriks dengan cara memindahkan gaya dari beban yang dikenakan dari matriks yang lebih lemah pada fiber yang lebih kuat. Tegangan dapat menjalar sepanjang ikatan serat atau matriks yang mampu ditingkatkan dengan jalan penentuan ukuran, ikatan dan penggunaan zat yang khusus. (*Djaprie, 1991*) Serat yang dipakai sebagai penguat ada dua macam yaitu:

a. Serat kimia atau serat buatan, terdiri dari:

Serat regenerasi : Rayon viscus (Rayon), Rayon biasa, Serat Polimosik dan Rayon Kuprommonium.

Serat semi sintetik : Selulosa, Asetat dan Serat Protein.

Serat sintetik : Poliamind (nilon), Polivinil Alkohol (vinilon), Poliviniliden Klorida (viniliden), Polyester, dan Polietilen Polipropilen.

Serat anorganik: Serat gelas dan Serat Karbon.

b. Serat alam, terdiri dari:

Serat binatang: Wol dan Sutra

Seratgalian : Asbes

Serat tumbuhan: Kapas, Flaks, Rami, Daun Nanas, Jut, Pisang (*Musa Paradisica*), Bambu (*Giganto Cola*), Pinang-Pinangan (*Coripha Clata*), Pandan (*Pandanus Tectorius*), dan lain-lain.

Untuk bahan penguat material komposit yang akan saya gunakan yaitu serat tumbuhan daun pandanus tectorius pemanfaatan bahan alam sebagai bahan material sangat penting agar tidak hanya dibuang begitu saja namun bisa dimanfaatkan lagi sebagai bahan/material yang diinginkan. Serat daun pandanus tectorius (*pandanus tectorius*) adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman pandan. Penggunaan serat daun pandanus tectorius sebagai bahan komposit merupakan salah satu alternatif dalam pembuatan komposit secara ilmiah, dimana serat daun pandan ini sudah terkenal akan kekuatannya, dimana serat daun pandanus tectorius memiliki kualitas yang baik dengan permukaan yang halus.

Tabel 2.1. Komposisi unsur kimia serat alam
(Sumber : Lumintang, S 2011)

Serat	Selulosa %	Herniselulosa %	Lignin %	Kadar air %
Pisang	60-65	6-8	5-10	10-15
Sabut	43	<1	45	10-12
Flax	70-72	14	4-5	7
Jute	61-63	13	5-13	12,5
Rami	80-85	3-4	0,5	5-6
Sisal	60-67	10-15	8-12	10-12
Sun hemp	70-78	18-19	4-5	10-11
Cotton	90	6	-	7

2.1.2 Martiks (*Resin*)

Secara umum resin adalah bahan yang diperkuat serat, resin bersifat cair dengan viskositas yang rendah, yang akan mengeras setelah terjadinya proses polymerisasi. Resin berfungsi sebagai pengikat antara serat yang satu dengan serat yang lainnya sehingga menghasilkan ikatan yang kuat terbentuk material komposit yang padu, yaitu material yang memiliki kekuatan pengikat yang tinggi. (*Gibson RF, 1994*).

Bahan komposit mempunyai sifat-sifat yang berbeda dengan sebagian besar material konvensional yang telah dikenal selama ini. Sebagian material konvensional bersifat homogen. Bahan homogen berarti bersifat sama di semua tempat dalam hal ini massa jenis serat alam lebih rendah dibanding massa jenis sintesis (serat buatan).

2.1.3 Resin Thermosetting

Resin ini pada umumnya mempunyai reaksi kimia dua tingkat dengan rantai molekul yang panjang. Reaksi dua tingkat ini terjadi selama proses pembentukan dengan bantuan panas dan tekanan. Hasil dari pada proses ini akan mengeras setelah didinginkan dan memiliki struktur jaringan tertutup. Material tidak bisa menjadi lunak kembali bila dilakukan pemanasan ulang walaupun diatas temperatur pembentuknya. Pemanasan yang tinggi justru akan membentuk bahan terurai.

Resin yang tergolong jenis ini adalah :

- a). Phenolik.

Dalam satu ilmu kimia phenolik dikenal sebagai *Poly* suatu zat hasil kondensasi *Phenol* dan *Aldehyde Formaldehyde*. Bentuk material sangat

keras dan kaku dengan modulus elastis yang baik dibanding dengan resin lainnya. Seluruh jenis *reinforcement* dapat dipadukan dengan phenolik namun pada umumnya resin dipakai dalam industri *polywood* karena sifatnya yang keras, kuat, mudah dibentuk, mudah diberi warna serat, tidak transparan dan mempunyai kestabilan dimensi yang baik. Diperoleh dari hasil kondensasi *ephylchlor hydrin* dengan senyawa hidroksin. Sifatnya ulet, elastis, dan tidak bereaksi dengan sebagian besar bahan kimia dan mempunyai dimensi yang lebih stabil.

b). Silikon.

Silikon biasanya digunakan sebagai matrik untuk jenis komposit dengan tujuan tertentu, silikon merupakan material khusus yang mempunyai ketahanan panas hingga suhu 316°C . Hal ini dikarenakan silikon mempunyai ikatan antara atom silikon dan oksigen tanpa terdapat rantai karbon. Ini yang menjadikan silikon mempunyai nilai ekonomi yang lebih tinggi dibandingkan jenis resin yang lain.

c). Epoxy.

Resin ini memiliki kegunaan yang sangat luas dalam industri teknik kimia, listrik, mekanik dan sipil. Resin epoxy memiliki sifat tahan banting dan elastisitas yang melebihi resin-resin lain ini membuatnya populer dalam bidang pertahanan seperti pembuatan kevlar, pembuatan kaca-kaca anti peluru dan dalam industri-industri perkapalan sekarang. Biasanya resin jenis ini digunakan untuk cat, pelapis, pencetak cor dan benda-benda cetakan. Sifatnya yang tahan terhadap zat kimia dan stabil terhadap banyak asam, kecuali asam pengoksida yang kuat, ketahanan termal yang tinggi dan mudah dibentuk tanpa dipanaskan terlebih dahulu.

Epoxy pertama kali dirumuskan pada Tahun 1930-an di Amerika Serikat dan Swiss, dan kemudian pengembangan lebih lanjut. Selanjutnya epoxy diproduksi sebagai perekat atau lem (lem epoxy) pada Tahun 1946 dan sebagai pelapis atau cat pada Tahun 1946 dan sebagai pelapis atau cat epoxy ini semakin dikembangkan kualitasnya dan makin ramah terhadap lingkungan.

*Tabel 2.2. Karakteristik Resin Epoksi
(Sumber : Lumintang, S 2011)*

Resin Epoksi	Kekuatan tarik Kgf/cm ²	Perpanjangan (%)	Modulus elastic (kgf/mm ² × 10 ²)	Kekuatan tekan (Kgf/mm ²)	Kekuatan lentur (Kgf/mm ²)
Dengan pengisi (coran)	2,8 – 9,1	3 -6	2,4	10,5 –17,5	9,3 – 14,7
Dengan serat gelas	9,8 – 2,1	4	2,10	21 - 26	14 - 21

Untuk resin (matriks) yang akan saya gunakan yaitu resin epoxy karena mempunyai ketahanan kimia yang baik, pada umumnya kuat terhadap asam dan tahan terhadap panas yang cukup baik. Resin ini berupa cairan dengan viskositas yang rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan seperti banyak resin termoset lainnya.

2.2 Proses Produksi Material Komposit.

Proses pengerasan dari resin adalah efek hasil keseimbangan reaksi antara katalis, akselerator serta inhibitor. Resin mengeras dengan penambahan katalis sehingga reaksi ikatan polymerisasi terjadi biasanya resin telah dicampur dengan

inhibitor yang secara radikal terjebak. Saat katalis ditambahkan, inhibitor inilah yang bereaksi sebelum terjadi polymerisasi, pada saat tersebut memberikan waktu bagi resin untuk berkombinasi dengan penguat dan menempati ruang untuk mengeras sebelum polymerisasi terjadi. Kebanyakan katalis peroksida berkomposisi agak lambat saat ditambahkan pada resin. Untuk mendapatkan pengerasan yang cepat, akselelator ditambahkan sehingga mempercepat katalis untuk berkomposisi. (*Derek H, 1981*)

2.2.1 Proses *Hand Lay-Up*.

Proses pabrikasi dari material komposit banyak macamnya, proses hand lay-up ini adalah proses yang sangat sederhana. Caranya adalah cairan resin yang telah diberikan katalis dan kemudian meletakkan diatas penguat (fibre) yang telah diletakkan pada cetakan. Cara ini dipakai dalam pembuatan spesimen pada penelitian ini, tetapi dengan memberikan tambahan material lain sebagai bahan pengisi (*filler*) untuk mendapatkan sifat mekanis yang berbeda.

Proses hand lay-up juga dipilih karena sesuai untuk pembuatan komposit dengan dimensi standart benda kekuatan, dengan urutan prosesnya sebagai berikut:

1. Pembuatan cetakan benda kekuatan.
2. Mengoleskan gelcoat pada permukaan cetakan.
3. Setelah gelcoat mengering, mulai mengoleskan lapisan resin pertama.
4. Meletakkan penguat, tekan pada resin serta membuang udara yang terjebak dengan menggunakan roller.
5. Mengulangi langkah 3 dan 4 sampai ketebalan yang diinginkan.
6. Menunggu sampai mengering total.
7. Melepas benda kekuatan dari cetakan dan merapikan.

Proses curing merupakan proses pengerasan atau polymerisasi dari matriks resin untuk membentuk ikatan yang permanen antara serat dan lamina

2.2.2 Sheet Moulding Compound (SMC)

SMC merupakan proses yang hampir sama dengan proses tertutup, karena menggunakan peralatan yang cukup kompleks. Biasanya digunakan dalam industri otomotif dengan control yang baik. Proses ini menggunakan system *automatic countinuous-flow* yang terdiri dari beberapa roller yang membawa bahan penguat dan bahan pengikat, sedangkan roller yang lain menghaluskan lamina yang terbentuk. Proses ini dapat menimbulkan panas hingga 300°F (130°C) dan tekanan sebesar 1000 psi.

Dalam penelitian yang akan saya lakukan, yaitu proses lay-up dengan cairan resin yang telah diberikan hardener dan kemudian meletakkan diatas penguat (fibre) yang telah diletakkan pada cetakan. Proses hand lay-up juga dipilih karena sesuai untuk pembuatan komposit dengan dimensi standart benda kekuatan.

2.3 Bahan Tambahan Penyusun Komposit

Selain bahan pengikat dan bahan penguat, material komposit juga tersusun dari beberapa bahan tambahan lainnya. Bahan tambahan tersebut memiliki berbagai fungsi sesuai dengan jenisnya yaitu:

a. Aditif.

Berupa bahan tambahan yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan proses atau untuk mengubah kualitas dan sifat produk dengan menambahkan bahan tersebut pada bahan pokok yaitu epoxy (resin).

b. Pewarna atau *Pigmen*

Disamping untuk memberikan nilai estetis yang tinggi dengan mewarna hasil produk yang berfungsi untuk melindungi dari pengaruh sinar karena mampu menyerap dan memantulkan jenis sinar tertentu.

c. Pengisi atau *Filler*.

Filler merupakan material dapat yang ditambahkan pada polymer dan biasanya dalam bentuk partikel atau serat untuk mengubah sifat-sifat mekaniknya atau untuk mengurangi harga material. Alasan yang lain dalam penggunaan filler adalah untuk memperbaiki stabilitas bentuk dan panas. Contoh pengisi yang digunakan dalam polymer yaitu : serat selulosik dan bedak (*powder*), bedak silica dan kalsium karbonat.

2.4 Katalis (*Hardener*)

Katalis adalah bahan yang memungkinkan terjadinya proses curing, yaitu proses pengerasan terhadap resin. *Hardener* ini terdiri dari dua bahan yaitu katalisator dan accelerator. Katalisator dan accelerator akan menimbulkan panas, pengaruh panas ini diperlukan untuk mempercepat proses pengeringan sehingga bahan menjadi kuat. Namun apabila panasnya terlalu tinggi maka akan merusak ikatan antar molekul dan juga akan merusak seratnya.

1. Katalisator.

Katalisator adalah bahan yang mempercepat terbukanya ikatan rangkap molekul polimer kemudian akan terjadi pengikatan antar molekul molekulnya.

2. Accelerator.

Accelerator adalah bahan yang mempercepat terjadinya ikatan-ikatan yang diantara molekul yang sudah mempunyai ikatan tunggal dan untuk mempercepat proses pengerasan.

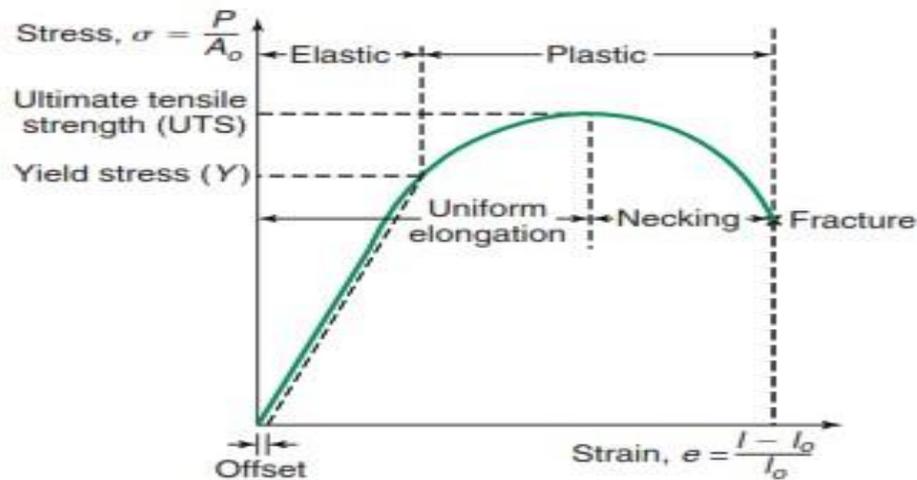
Bahan tambahan utama adalah katalis (*hardener*). Katalis merupakan zat *curing* (mengeraskan cairan resin) bagi sistem perekat. Pengeras bergabung secara kimia dengan bahan rekatannya. Pengeras berupa *monomer*, *polimer* atau senyawa campuran. Katalis juga dipergunakan sebagai zat curing bagi resin thermoset, mempersingkat waktu curing dan meningkatkan waktu silang polimernya. Semakin banyak katalis, reaksi curing akan semakin cepat. Tetapi kelemahan katalis akan menimbulkan panas yang tinggi pada saat curing sehingga akan merusak produk yang dibuat. Produk tersebut dapat menjadi bahan komposit getas/ rapuh. Dengan demikian, pemberian katalis dibatasi berkisar 1% - 2% dari berat resin. (Aris, 2015).

2.5 Kekuatan Tarik.

Kekuatan tarik adalah salah satu sifat dasar dari bahan. Hubungan tegangan-regangan pada tarikan memberikan nilai yang cukup berubah tergantung pada laju tegangan, temperatur, lembaban, dan seterusnya. Kekuatan tarik diukur dengan menarik sekeping sampel dengan dimensi yang seragam.

Kemampuan maksimum bahan dalam menahan beban disebut "*Ultimate Tensile Strength*" disingkat dengan UTS. Untuk semua bahan, pada tahap sangat awal kekuatan 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 pertambahan panjang vs beban mengikuti aturan Hooke, yaitu rasio tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) adalah konstan.

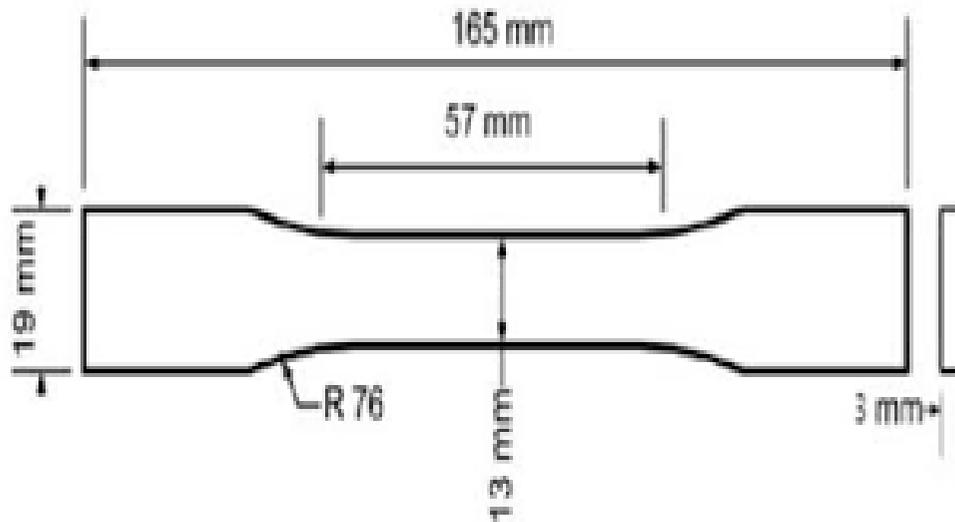


Gambar 2.6. karva tegangan dan regangan
Sumber : (nurmaulita, 2010)

Karva pada gambar 2.7 menunjukkan bahwa, bila sebuah bahan di beri beban pada titik A, kemudian bebannya dihilangkan maka beban tersebut akan kembali ke kondisi awal (tepatnya hampir kembali ke kondisi awal) yaitu regangan nol pada titik O. Tetapi bila beban ditarik sampai melewati titik A, hukum Hooke tidak lagi berlaku dan terdapat perubahan permanen dari bahan tersebut. Terdapat konvensi batas regangan permanen (permanent strain) sehingga disebut perubahan elastis yaitu kurang 0.03%, tetapi sebagian referensi menyebutkan 0.005%.

Titik Luluh atau batas proporsional merupakan titik dimana suatu bahan apabila diberi suatu beban memasuki fase peralihan deformasi elastis ke plastis, yaitu titik sampai di mana penerapan hukum Hooke masih bisa ditolerir. Dalam praktek, biasanya batas proporsional sama dengan batas elastis.

Bentuk sampel kekuatan secara umum digambarkan seperti Gambar 2.8 berikut:



Gambar 2.7. Kekuatan Tarik ASTM D 638-84 M1 (Saefudin, 2014)

Hubungan kekuatan tarik dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma = F / A \text{ Dimana.}$$

σ = Tegangan tarik.

F = Gaya yang diaplikasikan.

A = Luas penampang.

2.6 Teori Lapisan Tersusun

Teori Lapisan Tersusun dapat dijelaskan sebagai bentuk usaha untuk memperoleh material baru yang mempunyai sifat mekanik lebih baik. Dengan cara menyusun lamina-lamina menjadi laminate. Lamina adalah susunan matriks dan

Reinforcement dalam satu lapis. Proses pembentukan lamina menjadi laminate dinamakan laminasi. (Hull D, 1981).

2.6.1 Continuous Fiber Lamina

Lamina tipe ini mempunyai lamina penyusun dengan serat yang tidak terputus hingga mencapai ujung batas lamina. Berikut terdapat beberapa jenis lamina yaitu:

a. *Unidirectional Lamina*

Unidirectional lamina adalah bentuk lamina dengan tiap-tiap lamina mempunyai arah serat penyusun yang sama (sejajar). Selain itu pada *Unidirectional Lamina* dapat dibuat bahan dengan arah serat yang berbeda.

b. *Cross-Plied Quasi Isotropik.*

Mempunyai susunan serat yang paling tegak lurus satu sama lain antar lamina. Lamina pertama memiliki 0° , lamina kedua membentuk sudut 90° dan lamina ketiga membentuk sudut 0° demikian seterusnya.

c. *In-Palne Random.*

Serat penguat ini disebarkan secara acak (random) pada setiap lamina. Serat ini memiliki panjang hingga mencapai ujung batas lamina (tidak terputus).

Dalam penelitian yang akan saya lakukan yaitu menggunakan *Continuous Unidirectional Lamina* yang dibuat dengan serat yang tidak terputus hingga mencapai ujung batas lamina dengan arah serat yang searah. Komposit ini 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.

2.6.2 *Discontinuous Fiber Laminate*

Berbeda dengan jenis sebelumnya maka laminate ini pada masing-masing lamina terdiri dari potongan serat yang terputus (*Discontinuous*). Jenis-jenis dari *discontinuous fiber laminate* adalah:

a. *Short-Aligned Fiber.*

Jenis ini mempunyai penguat berupa potongan serat gelas yang disusun merata dalam arah tertentu, sesuai keperluan pada tiap lamina.

b. *Inplane Random Fiber.*

Seperti pada *Continous Fiber Laminate* jenis ini mempunyai penguat berupa potongan serat disebarkan secara acak pada tiap lamina, namun serat-serat tersebut berbentuk pendek ujung-ujungnya tidak mencapai batas tepi *fiberglass*.

2.7 Kegagalan Komposit.

Suatu struktur dianggap gagal apabila struktur tersebut tidak dapat berfungsi lagi dengan sempurna. Pada sebuah struktur pembebanan yang kecil mungkin hanya berakibat terjadinya deformasi yang kecil, namun pada struktur yang lain sudah mengakibatkan kegagalan. Hal tersebut terjadi karena perbedaan sifat mekanik tiap-tiap bahan pada komposit yang terdiri dari dua komponen utama kegagalan bisa dimulai dari salah satu komponen atau keduanya. (Hull D, 1981).

Kegagalan yang dapat terjadi yaitu:

1. Kepatahan pada serat (*Fiber Breaking*).
2. Lepasnya serat dari matrik (*Fiber Pull-Out atau Debonding*).
3. Retak mikro pada matrik (*Matrik Mikrocracking*).
4. Terlepasnya lamina dari laminate (*delimitation*).

2.8 Mekanisme Penguat Serat.

Sifat mekanis maupun fisik komponen ditentukan oleh kandungannya. Penguat matrik modulus rendah dengan serat kuat bermodulus besar memanfaatkan

pemindahan beban ke seratnya. Tiap seratnya bersyarat khusus agar sistem benar bekerja sebagai komposit.

Pada penguatan serat hampir seluruhnya beban ditanggung oleh serat. Sedang matrik yang berfungsi meneruskan beban terhadap serat, memisahkan serat dengan serat dan mencegah penjalaran retak yang diakibatkan oleh serat yang patah. Sehingga matrik harus memenuhi fungsi sebagai berikut : mengikat serat-serat dan menjaga permukaan tidak rusak, menjaga serat terdispersi dan terpisah (tidak ada permukaan retakan atau kegagalan), efisiensi memindahkan tegangan ke serat dengan peretakan atau gesekan bila komposit terbebani.

2.9 Serat Daun *Pandanus tectorius*



Gambar 2.8. Daun pandanus tectorius

Sumber: (kompasiana.com)

Serat daun *pandanus tectorius* adalah salah satu serat yang berasal dari tumbuhan yang di peroleh dari daun – daun tanaman pandan. Tanaman pandan yang juga mempunyai nama lain, yaitu *Pandanus Tectoris* Bentuk daun pandan menyerupai pedang yang meruncing diujungnya dengan warna hijau dan pada tepi daun terdapat duri, biasanya panjang daun berkisaran antara 90 sampai 150 cm

dengan lebar 4 cm dan tebal daun antara 0,18 sampai 0,27 cm. Di samping itu mempengaruhi terhadap pertumbuhan panjang daun dan sifat atau karakteristik dari serat yang dihasilkan.

Tabel 2.3. komposisi kimia serat daun *pandanus tectorius*
Sumber : (winarni, 2006)

Komposisi Kimia		Serat <i>Pandanus tectorius</i>
1.	Lignin	18 – 22
2.	Selulosa	83 – 88
3.	Holoseulosa	3,7 – 76
4.	Air	7,88 – 9,14

Ada beberapa proses produksi serat daun pandan sebagai berikut :

1. Proses Produksi Serat Daun Pandan.

Secara tradisional usaha pemanfaatan daun pandan untuk diambil seratnya sudah lama dilakukan. Pada awalnya proses ekstraksi masih dilakukan secara konvensional, yaitu dengan cara dibusukkan melalui perendaman yang kemudian dikerok – kerok dengan menggunakan bambu. Hanya saja proses konvensional tersebut kapasitas produksinya masih sangat terbatas. Pada saat ini proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan mesin dekortikator sehingga kapasitas produksinya pun relative lebih banyak.

2. Proses Penyortiran.

Adapun tujuan dari kegiatan penyortiran daun ini adalah untuk mendapatkan serat daun pandan yang berkualitas. Serat yang bermutu baik dihasilkan dari daun

yang sudah matang/tua dan panjang. selain itu syarat lainnya daun pandan harus baik (tidak cacat) dan tidak kering.

3. Proses Ekstraksi.

Daun pandanus tectorius yang telah dipilih dan mempunyai panjang sama, secara sejajar dimasukan ke dalam mesin dekortikator untuk dilakukan ekstraksi dengan dilakukan penggilingan. Ekstraksi ini dilakukan untuk memisahkan antara daging daun dengan serat.

4. Proses Pengerokan.

Setelah diekstraksi dengan mesin dekadikator, pada serat masih terdapat daging daun yang menempel, sehingga harus dilakukan pengerokan (pembersihan daging daun dari serat). oleh sebab itu untuk mempermudah proses pengerokan dan mendapatkan serat yang putih bersih, maka setelah dilakukan penggilingan/ekstraksi, serat direndam terlebih dahulu dengan menggunakan air bersih sekitar 5 menit. Proses pengerokan atau memisahkan sisa daging daun dengan serat dilakukan secara manual dengan menggunakan pisau yang tumpul. Untuk mendapatkan serat yang bersih biasanya pengerokan bisa dilakukan sebanyak 3-4 kali. Proses pengerokan juga dilakukan untuk meluruskan serat yang baru keluar dari mesin dekortikator.

5. Proses Pengeringan.

Setelah serat benar – benar bersih dari daging daunnya, untuk mendapatkan serat yang kering dan kuat, selanjutnya serat dikeringkan (dijemur) menggunakan sinar matahari selama satu hari (tergantung cuaca). Setelah diperoleh serat yang kering maka serat siap dipasarkan atau siap diolah menjadi produk – produk berbahan serat pandan.

6. Produk Akhir dari Serat Daun Pandan.

Setelah melalui proses tahapan tersebut serat daun *pandanus tectorius* kemudian dimanfaatkan untuk berbagai macam tekstil dan industri. Pada umumnya serat daun pandan biasa digunakan sebagai bahan baku produk tekstil seperti benang, kain, gordeng, dsb.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ada beberapa macam, ada yang berupa komponen utama dan ada juga yang berfungsi sebagai bahan penguat, antara lain:

1) . Komposit.

Dalam penelitian yang saya lakukan, bentuk dan penyusunnya yang digunakan adalah bahan komposit serat, komposit serat memiliki kekuatan dan kekakuan yang lebih baik.

2). Bahan Penguat (Serat Alam).

Sebagai penguat, serat daun *pandanus tectorius* yang dipakai dalam penelitian ini memiliki beberapa pertimbangan antara lain:

- a. Bahan baku yang berkualitas dan mudah didapat.
- b. Tidak mudah putus.
- c. Memiliki ukuran dan berat jenis yang sama.

3) *Matriks*

Dalam penelitian ini, jenis material polimer yang dipilih sebagai bahan matriks adalah jenis Resin Epoxy.

4) *Hardener*

Hardener yang digunakan adalah *Hardener EPH 555*.

5) Proses Produksi Spesimen.

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode *hand lay-up*. Proses *hand lay-up* ini adalah proses yang sangat sederhana dan banyak digunakan diberbagai penelitian dan industry.

2.10 Jurnal Rujukan

Aris Suprianto (2005), peneliti membahas tentang ketebalan komposit serat terhadap kekutan tarik, cetakan yang dipergunakan 26 x 15 x 2,5. Benda kekuatan yang dibuat dengan komposisi serat dengan komposisi berat serat 1%, 2%, 3%, 4%, 5% dari berat matrik. Benda kekuatan komposit fraksi berat 2% dibuat dengan tebal 3mm, 5mm, 7mm, 9mm. benda kekuatan dibuat dengan ukuran panjang 180mm dengan diameter 3mm. Komposit dikekuatan dengan standar ASTM. Dari hasil pengkekuatanan dan analisis dari pengkekuatanan tersebut dapat disimpulkan bahwa, fraksi berat serat menaikkan kekuatan tarik bahan komposit. Ketebalan komposit mempengaruhi kekuatan tarik komposit. Kekuatan tarik tertinggi ada pada komposit dengan ketebalan 3mm, sekitar 7,5kg/mm². Kerusakan yang terjadi pada komposittergolong patah getas.

Franswell Saragih (2005), penelitian ini membahas tentang pengaruh fraksi berat serat terhadap komposit yang berpengaruh terhadap kekuatan tarik setelah dilakukan pengkekuatanan tarik. Cetakan utama terbuat dari kaca dengan ukuran 26 x 15 x 0,5cm. Pembuatan benda kekuatan serat dengan panjang 12cm dan diameter 3mm, kemudian dilakukan kekuatan tarik sebanyak dua kali. Membuat benda kekuatan komposit dengan fraksi berat 1%, 2%, 3%, 4%, 5%. Bahan komposit kemudian dipotong dan dikekuatan tarik dengan mengacu pada standar pengkekuatanan ASTM D 3039-76. Pengkekuatanan dilakukan sebanyak 4 kali pada

setiap fraksi masa serat. Setelah proses pengkekuatan dilakukan didapatkan nilai kekuatan tarik kemudian didapatkan nilai kekuatan tarik pada komposit. Berdasarkan hasil penelitian maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut: pertama, fraksi berat serat menaikkan kekuatan tarik bahan komposit dibandingkan dengan kekuatan tarik matrik pengikat, kekuatan yang paling besar sekitar $6,9\text{kg/mm}^2$. Kedua, semakin besar presentase serat maka regangan akan semakin kecil. Ketiga, kerusakan yang terjadi pada komposit tergolong kerusakan getas.

Kesimpulan dari kedua tinjauan pustaka diatas adalah komposisi antara serat, resin, dan katalis sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik, selain itu jumlah lapisan serat yang digunakan juga mempengaruhi hasil kekuatan tarik yang akan dilakukan. Perhitungan banyak nya resin, katalis, dan serat harus dihitung dengan deteliti, karena semua bahan saling melengkapi dan sangat mempengaruhi hasil akhir pada penelitian.