

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Komposit

Material komposit adalah bahan struktural yang terdiri dari dua atau lebih unsur gabungan yang digabungkan pada tingkat makroskopik dan tidak larut dalam satu sama lain.

Beberapa definisi komposit sebagai berikut :

1. Tingkat dasar : pada molekul tunggal dan kisi kristal, bila material yang disusun dari dua atom atau lebih disebut komposit (contoh senyawa, paduan, polymer dan keramik).
2. Mikrostruktur : pada kristal, phase dan senyawa, bila material disusun dari dua phase atau senyawa atau lebih disebut komposit (contoh paduan Fe dan C).
3. Makrostruktur : material yang disusun dari campuran dua atau lebih penyusun makro yang berbeda dalam bentuk atau komposisi dan tidak larut satu dengan yang lain disebut material komposit (definisi secara makro ini yang biasa dipakai).

2.2 Penyusunan Komposit

Komposit pada umumnya terdiri dari 2 fasa:

1. *Matriks*

Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi. Volume terbesar (dominan) matriks mempunyai fungsi sebagai berikut

- a. Mentransfer tegangan ke serat.
- b. Membentuk ikatan koheren, permukaan matrik/serat.
- c. Melindungi serat.
- d. Memisahkan serat.
- e. Melepas ikatan.

2. *Reinforcement* atau *Filler*

Salah satu bagian utama dari komposit adalah *reinforcement* (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit. Adanya dua penyusun komposit atau lebih menimbulkan beberapa daerah dan istilah penyebutannya; Matrik (penyusun dengan fraksi volume terbesar), Penguat (Penahan beban utama), *Interphase* (pelekat antar dua penyusun), *interface* (permukaan phase yang berbatasan dengan phase lain).

Secara struktur mikro material komposit tidak merubah material pembentuknya (dalam orde kristalin) tetapi secara keseluruhan material komposit berbeda dengan material pembentuknya karena terjadi ikatan antar permukaan antara matriks dan filler.

Syarat terbentuknya komposit: adanya ikatan permukaan antara matriks dan filler. Ikatan antar permukaan ini terjadi karena adanya gaya adhesi dan kohesi. Dalam material komposit gaya adhesi-kohesi terjadi melalui 3 cara utama :

- a. Interlocking antar permukaan → ikatan yang terjadi karena kekasaran bentuk permukaan partikel.
- b. Gaya elektrostatis → ikatan yang terjadi karena adanya gaya tarik-menarik antara atom yang bermuatan (ion).
- c. Gaya vanderwalls → ikatan yang terjadi karena adanya pengutupan antar partikel.

Kualitas ikatan antara matriks dan filler dipengaruhi oleh beberapa variabelantara lain :

- a. Ukuran partikel
- b. Rapat jenis bahan yang digunakan
- c. Fraksi volume material
- d. Komposisi material
- e. Bentuk partikel
- f. Kecepatan dan waktu pencampuran

- g. Penekanan (kompaksi)
- h. Pemanasan (sintering)

2.3 Jenis-jenis komposit

Material komposit terdiri dari berbagai Variasi penguat (*Reinforcement*) yang bersama dengan matriks menghasilkan keunggulan sifat yang lebih baik. Ditinjau dari proses terjadinya, komposit dapat diklasifikasikan menjadi dua macam, yaitu :

1. Komposit alami

Jenis material komposit ini banyak terdapat di alam dan terjadinya secara alami. Contohnya bambu, rotan, serabut kelapa sawit dan lain-lain.

2. Komposit buatan

Komposit ini terbentuk atas campur tangan manusia, disengaja dan dibuat dengan memadukan dua atau lebih material yang berbeda dengan tujuan untuk mendapatkan sifat yang diinginkan. Contohnya baju tahan peluru, bodi pesawat terbang, body kapal boat, dan lain-lain.

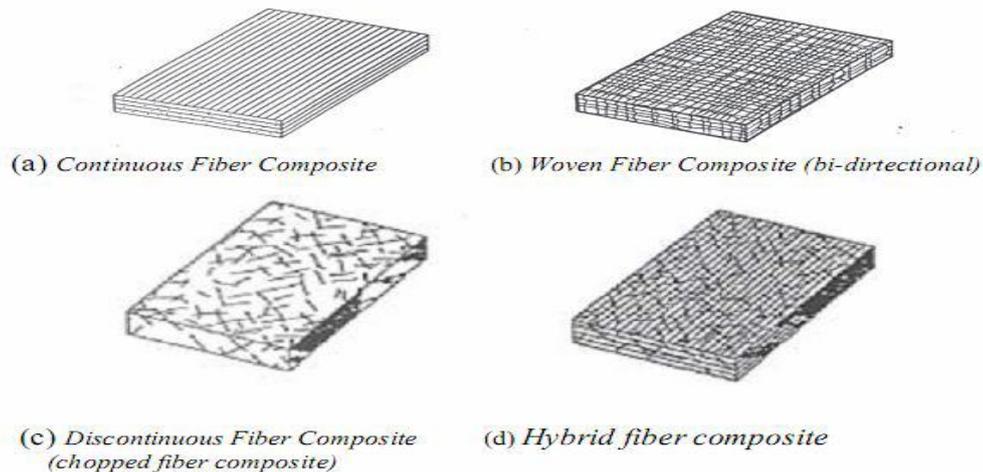
Berdasarkan matriks komposit dapat diklasifikasikan kedalam tiga kelompok besar yaitu :

- a. Komposit bermatrik polymer atau *Polymer Matrix Composites* (PMCs)
- b. Komposit bermatrik logam atau *Metal Matrix Composites* (MMCs)
- c. Komposit bermatrik Keramik atau *Ceramic Matrix Composites* (CMCs)

Komposit berdasarkan jenis penguatnya dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. *Particulate composite*, penguatnya berbentuk partikel
- b. *Fibre composite*, penguatnya berbentuk serat

c. *Structural composite*, cara penggabungan material komposit



2.4 Metode Pembuatan Komposit

Secara garis besar metode pembuatan material komposit terdiri atas dua cara, yaitu :

2.4.1 Proses Cetakan Terbuka (*Open-Mold Process*)

a. *Contact Molding/ Hand Lay Up*

Hand lay-up adalah metode yang paling sederhana dan merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Adapun 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. Pada proses ini resin langsung berkontak dengan udara dan biasanya proses pencetakan dilakukan pada temperatur kamar.

Kelebihan penggunaan metode ini:

1. Mudah dilakukan
2. Cocok di gunakan untuk komponen yang besar
3. Volumanya rendah

Aplikasi dari pembuatan produk komposit menggunakan hand lay up ini biasanya di gunakan pada material atau komponen yang sangat besar, seperti pembuatan kapal, bodi kendaraan, bilah turbin angin, bak mandi,perahu.

b Vacuum Bag

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 diminimalkan.

Dibandingkan dengan hand lay-up, metode vakum memberikan penguatan konsentrasi yang lebih tinggi, adhesi yang lebih baik antara lapisan, dan kontrol yang lebih resin/rasiokaca. Aplikasi dari metoda vacuum bag ini adalah pembuatan kapal pesiar, komponen mobil balap,perahu.

c Pressure Bag

Pressure bag memiliki kesamaan dengan metode *vacuum bag*, namun cara ini tidak memakai pompa vakum tetapi menggunakan udara atau uap bertekanan yang dimasukkan malalui suatu wadah

elastis Wadah elastis ini yang akan berkontak pada komposit yang akan dilakukan proses. Biasanya tekanan besar tekanan yang diberikan pada proses ini adalah sebesar 30 sampai 50 psi.

d Spray-Up

Spray-up merupakan metode cetakan terbuka yang dapat menghasilkan bagian-bagian yang lebih kompleks ekonomis dari hand 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 embiarkannya mengeras pada kondisi atmosfer standar.

e 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. Resin termoseting yang biasa digunakan pada proses ini adalah poliester, vinil ester, epoxies, dan fenolat.

Proses ini terutama digunakan untuk komponen belah berlubang, umumnya bulat atau oval, seperti pipa dan tangki. Serat TOWS dilewatkan melalui mandi resin sebelum ke Mandrel dalam berbagai orientasi, dikendalikan oleh mekanisme serat, dan tingkat rotasi mandrel tersebut. Adapun aplikasi dari proses filament winding ini digunakan untuk menghasilkan bejana tekan, motor roket, tank, tongkat golf dan pipa.

2.4.2 Proses Cetakan Tertutup (*Closed mold Processes*)

a. Proses Cetakan Tekan (*Compression Molding*)

Proses cetakan ini menggunakan *hydraulic* sebagai penekannya. *Fiber* yang telah dicampur dengan resin dimasukkan ke dalam rongga cetakan, kemudian dilakukan penekanan dan pemanasan. Resin termoset khas yang digunakan dalam proses cetak tekan ini adalah poliester, vinil ester, epoxies, dan fenolat.

Aplikasi dari proses *compression molding* ini adalah alat rumah, kontainer besar, alat listrik, untuk panel bodi kendaraan rekreasi seperti ponsel salju, kerangka sepeda dan jet ski

b. *Injection Molding*

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.

Pada proses ini resin polimer reaktif yang di gunakan seperti polioli, isosianat, poliuretan, dan poliamida menyediakan siklus pencetakan cepat cocok untuk aplikasi otomotif dan furnitur. Aplikasi secara umum meliputi bumper otomotif, komponen fender dan panel, alat rumah, dan komponen mebel.

c. *Continuous Pultrusion*

Fiber jenis *roving* dilewatkan melalui wadah berisi resin, kemudian secara kontinu dilewatkan ke cetakan pra cetak dan diawetkan (*cure*), kemudian dilakukan pengerolan sesuai dengan dimensi yang diinginkan. Atau juga bisa di sebut sebagai penarikan serat dari suatu jaring atau creel melalui bak resin, kemudian dilewatkan pada cetakan yang telah dipanaskan. Fungsi dari cetakan

tersebut ialah mengontrol kandungan resin, melengkapi pengisian serat, dan mengeraskan bahan menjadi bentuk akhir setelah melewati cetakan.

Aplikasi penggunaan proses ini digunakan untuk pembuatan batang digunakan pada struktur atap, jembatan. Adapun contohnya adalah Round Rods, Rectangles, Squares, 'I' sections, 'T' sections, Angles, Channels, Dog Bone Profiles, Dove Tail Sticks and Spacers, Corner Profiles, Hollow Sections

2.5 Serat

2.5.1 Serat Ampas Tebu (*Bagasse of Sugar Cane*)

Ampas tebu diperoleh dari sisa pengolahan tebu pada industri gula. Pemanfaatan ampas tebu masih belum optimal. Dari proses pengolahan tebu menjadi gula, dihasilkan limbah berupa ampas tebu sekitar 32% dari berat tebu yang digiling. Sebanyak 60% dari ampas tebu tersebut dimanfaatkan sebagai bahan bakar, bahan baku untuk industri pulp/kertas dan industri jamur, sisanya sebanyak 40% belum dimanfaatkan (Subroto, 2006).

Ampas tebu (*bagasse of sugar cane*) adalah campuran dari serat yang kuat, dengan jaringan parenkim yang lembut, yang mempunyai tingkat higroskopis yang tinggi, dihasilkan melalui penggilingan tebu. Pada proses penggilingan tebu, terdapat 5 kali proses penggilingan dari batang tebu, dimana pada hasil penggilingan pertama dan kedua dihasilkan nira mentah yang berwarna kuning kecoklatan, kemudian pada proses penggilingan ketiga, keempat dan kelima menghasilkan nira dengan volume yang berbeda-beda. Setelah gilingan terakhir menghasilkan ampas tebu kering (Agustina, 2012). Densitas dari serat ampas tebu kering adalah $1,2 \text{ gram/cm}^3$ (Pidduck, 1955).

2.5.2 Serat pelepah pisang (*Banana Fiber*)

Tanaman pisang merupakan tanaman yang banyak dijumpai diseluruh pelosok nusantara, sehingga hasil alam berupa batang pisang di Indonesia sangat melimpah sampai saat ini manfaat limbah berupa serat pelepah pisang masih terbatas pada industry, mebel, dan kerajinan rumah tangga dan belum diolah menjadi produk teknologi. Limbah serat pelepah pisang sangat potensial digunakan sebagai penguat bahan baru pada komposit. Salah satu enis serat alam yang berpotensi untuk digunakan sebagai penguat bahan komposit adalah serat pelepah pisang rekayasa antara lain menghasilkan bahan baru komposit alam yang ramah lingkungan dan mendukung gagasan pemanfaatan serat pelepah pisang yang menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi dan teknologi tinggi. (N Nopriantina, 2013).

Densitas dari serat pelepah pisang adalah $1,35 \text{ gram/cm}^3$ (N Nopriantina, 2013).

2.6. Resin Polyester

Resin merupakan bahan utama dalam pembuatan komposit dimana resin berguna sebagai pengikat serat kelapa dan serbuk ban bekas, resin yang di gunakan dalam pembuatan komposit ini adalah resin polyester *yulkalac 157 BQTN*, Resin ini digunakan dikarenakan harganya cukup murah, daya rendah dan kekerasan yang tinggi dengan pengeringan yang cepat. Resin ini biasa di *cure* pada temperatur ruang dan bisa juga pada temperatur mencapai $177 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Alian, 2011).

Tabel 2.3 Spesifikasi unsaturated resin polyester (Rangkuti, 2011)

Besaran	Nilai
Density (g/cm ³)	1,25
Suhu distorsi panas	⁰ C 70
Penyerapan air	% 0,188
<i>Elongation at failure</i>	% 16



Gambar 2.1 Resin Polyester

2.7 Katalis

Katalis merupakan hardener atau pengeras yang ditambahkan di dalam resin dengan reaksi panas (60° - 90° C). Pada proses ini jenis katalis yang digunakan adalah katalis jenis *Methyl Etyl Keton Peroxida* (MEKPO). Katalis digunakan untuk mempercepat proses pengerasan cairan resin pada suhu kamar (Najib, 2010). Dalam penelitian Taufik dan Astuti (2014), jumlah katalis yang digunakan adalah 1% dari jumlah resin apabila jumlah katalis lebih banyak maka komposit akan cepat kering dan mengalami kegetasan jika sebaliknya maka komposit akan lebih lama kering.

Tabel 2.1 Kuat Tarik Polyester Terhadap Variasi Katalis (Taufik dan Astuti, 2014)

No	Volume Polyester (%)	Volume Katalis (%)	Luas Bidang Tarik (cm^2)	P_u (N)	Kuat Tarik (N/cm^2)
1	99	1	4,27	3590	840,74
2	98	2	4,41	1800	408,16
3	97	3	5,12	1000	195,31
4	96	4	7,20	1700	236,11
5	95	5	6,30	1000	158,73



Gambar 2.2 Katalis Mekpo

2.8 Persitungan fraksi volume

Perhitungan penentuan volume dan berat fraksi volume komposit dapat dilihat di bawah:

$$V_f = \frac{V_s}{V_c} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Rahman, 2011})$$

Dimana : V_f = Fraksi volume serat (%)

V_s = Volume serat (cm^3)

V_c = Volume komposit (cm^3)

$$W_f = \frac{M_s}{M_c} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Rahman, 2011})$$

Dimana : W_f = Fraksi berat serat (%)

M_s = Massa serat (gram)

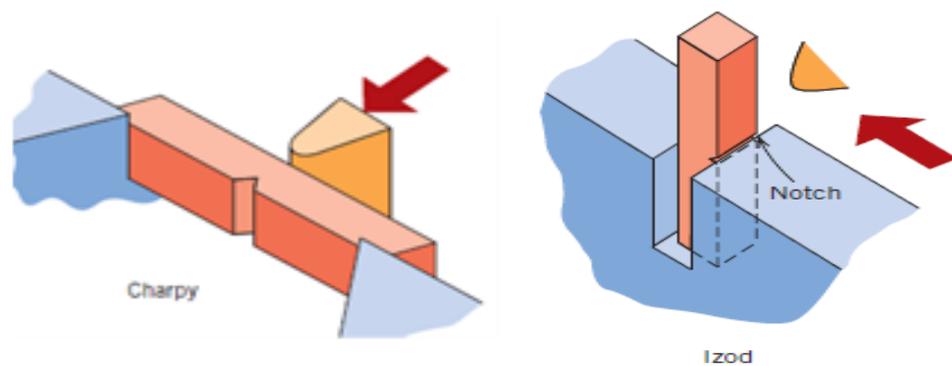
M_c = Massa komposit (gram)

2.9 Pengujian Kekuatan *Impact*

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui berapa besaran beban kejut yang dapat diterima oleh spesimen dengan cara mengayunkan

bandul atau palu dari ketinggian yang telah di tentukan kearah spesimen, standart pengujian yang digunakan adalah ASTN 256 D, uji impact terdiri dari 2 jenis metode yaitu:

- a. Metode *Charpy* : Posisi spesimen diletakan horizontal/mendatar dan arah pembebanan berlawanan dengan arah takikan.
- b. Metode *Izod* : Berbeda dengan metode charpy dimana spesimen di cengkam salah satu sisinya kemudian bandul di tumbuk ke spesimen.



Gambar 2..3. Ilustrasi pengujian *impact* dengan metode *charpy* dan *izod*

(Callister et al, 1940)