

BAB II

Studi Literatur

2.1 Komposit

2.1.1 Pengertian Komposit

Komposit sudah lama dialokasikan pada peralatan guna mempermudah kehidupan manusia. Bagian dari pesawat terbang, kendaraan bermotor, kapal laut dan perabotan rumah tangga merupakan aplikasi dari komposit. Komposit juga sudah mampu bersaing dengan bahan konvensional lainnya..

Komposit merupakan kombinasi dua atau lebih material untuk mendapat sifat antara kedua atau lebih material tersebut. Komposit memiliki kelebihan antara lain ringan, kaku dan tahan lama. Unsur pembentuk komposit adalah matrik dan penguat. Matrik yang umum digunakan adalah polimer berbahan resin dan penguat serat sintetis berbahan dasar karbon. Komposit dapat dibuat sehingga mempunyai kekuatan dan kekakuan yang sama dengan baja. Tetapi lebih ringan hingga 70%. Bahan komposit lainnya seperti karbon epoxy tiga kali lebih kuat dibandingkan bahan aluminium (bahan yang digunakan dalam pesawat), serta 60% lebih ringan.

2.1.2 Bahan Penguat (*Reinforcement*)

Salah satu bagian utama dari komposit adalah penguat (*reinforcement*) dimana ini berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit. Sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat bergantung dari jenis penguat yang digunakan (Nayiroh, 2013).



Gambar 2.1 Penguat (*Reinforcement*)

(Nayiroh, 2013)

Bahan penguat yang umum digunakan antara lain adalah jenis serat alam, partikel, serat karbon, keramik dan serat gelas, seperti yang ditunjukkan pada **gambar 2.1**.

Ada berbagai macam penguat (*reinforcement*) pada komposit, antara lain:

1. Komposit serat merupakan komposit yang terdiri dari serat dan bahan dasar yang difabrikasi, sebagai contoh serat dan resin sebagai perekat.
2. Komposit berlapis merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik masing-masing.
3. Komposit partikel adalah komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriks, komposit ini terdiri dari partikel dan matriks seperti suatu butiran.

2.1.3 Matriks

Matriks dalam susunan komposit bertugas melindungi dan mengikat serat agar bekerja dengan baik. Matriks pun berfungsi sebagai pelapis serat. Umumnya matriks terbuat dari bahan-bahan lunak dan liat. Persyaratan suatu matriks untuk bisa digunakan pada komposit adalah harus bisa meneruskan beban. Matriks ini mempunyai pengaruh besar dalam menentukan sifat mekanik dari komposit itu sendiri.

Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar. Matriks pada komposit berfungsi untuk:

1. Mendistribusikan tegangan ke serat secara merata.
2. Mempertahankan serat berada pada posisinya.
3. Melindungi serat dari gesekan mekanik secara langsung.
4. Membuat struktur tetap stabil setelah melalui proses manufaktur.

Matriks pada struktur komposit diklasifikasikan dan dibedakan menjadi beberapa macam:

1. Matriks polimer

Polimer ini merupakan bahan matriks yang paling sering digunakan, adapun beberapa jenis polimer, yaitu:

- Thermoset adalah plastik atau resin yang tidak bisa berubah karena perlakuan panas atau dengan kata lain tidak bisa didaur ulang, sebagai contoh: *epoxy*, *polyester*.
- Termoplastik adalah plastik atau resin yang dapat dilunakkan terus menerus dengan pemanasan atau dikeraskan dengan pendinginan dan bisa berubah karena panas, contoh: *nylon*, *polyamid*, dan *polysurface*.

2. Matriks Keramik

Pembuatan komposit dengan bahan keramik yaitu dengan cara keramik dituangkan pada serat yang telah diatur orientasinya dan merupakan matriks yang tahan pada temperatur tinggi.

3. Matriks Logam

Matriks cair dialirkan sekeliling sistem *fiber* yang telah diatur dengan perekatan difusi atau pemanasan.

4. Matriks Karbon

Fiber direkatkan pada karbon sehingga terjadi karbonisasi. Pemilihan matriks harus didasarkan pada kemampuan *elongisasi* saat patah yang lebih besar daripada *filler*.

Pada komposit, matriks berfungsi untuk mendistribusikan beban kedalam seluruh bagian penguat komposit dan sebagai pengikat bahan penguat dalam pembuatan sebuah komposit dan juga sebagai pelindung partikel dari kerusakan oleh faktor lingkungan.

2.1.4 Faktor yang Mempengaruhi Sifat-Sifat Komposit

Ada berbagai macam faktor yang dapat mempengaruhi sifat dari komposit baik dalam sifat mekanik maupun fisik:

1. Material Pembentuk

Sifat-sifat yang dimiliki oleh material pembentuk memegang peranan yang sangat penting karena sangat besar pengaruhnya dalam menentukan sifat kompositnya. Sifat dari komposit itu merupakan gabungan dari sifat-sifat komponennya.

2. Bentuk dan susunan dari komposit itu sendiri juga mempunyai pengaruh yang besar dimana itu tergantung dari karakteristik struktur itu sendiri. Penempatan, bentuk dan

ukuran tiap komponen penyusun masing masih memiliki kontribusi pada komposit itu sendiri.

3. Kombinasi atau campuran yang berbeda dalam hal sifat atau karakteristik pada komposit itu, memiliki hasil kombinasi yang berbeda.

2.1.5 Klasifikasi Komposit

Klasifikasi komposit berdasarkan jenis penguatnya dibagi menjadi 3, yaitu *particulate composite* (komposit partikulat), *fiber composite* dan *structural composite*.

➤ *Particulate Composite* (Komposit Partikulat)

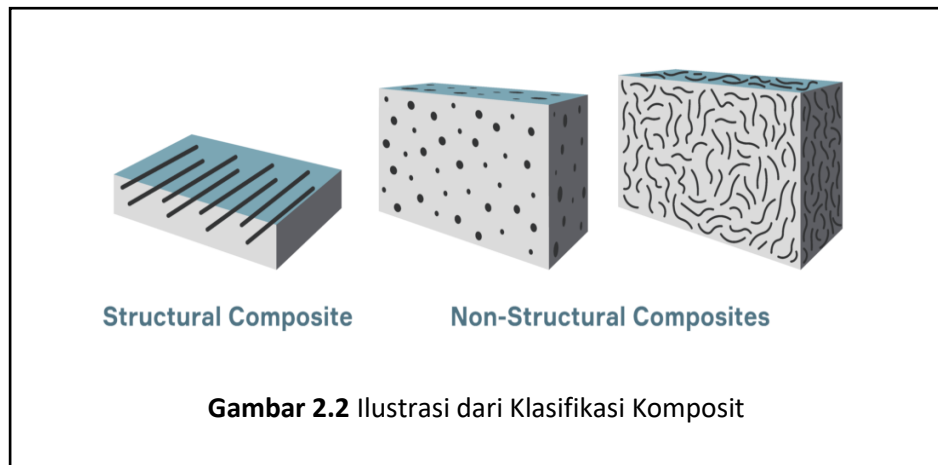
Merupakan komposit yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriknya, terdiri dari partikel besar dan penguat dispersi.

➤ *Fiber Composite* (Komposit Serat)

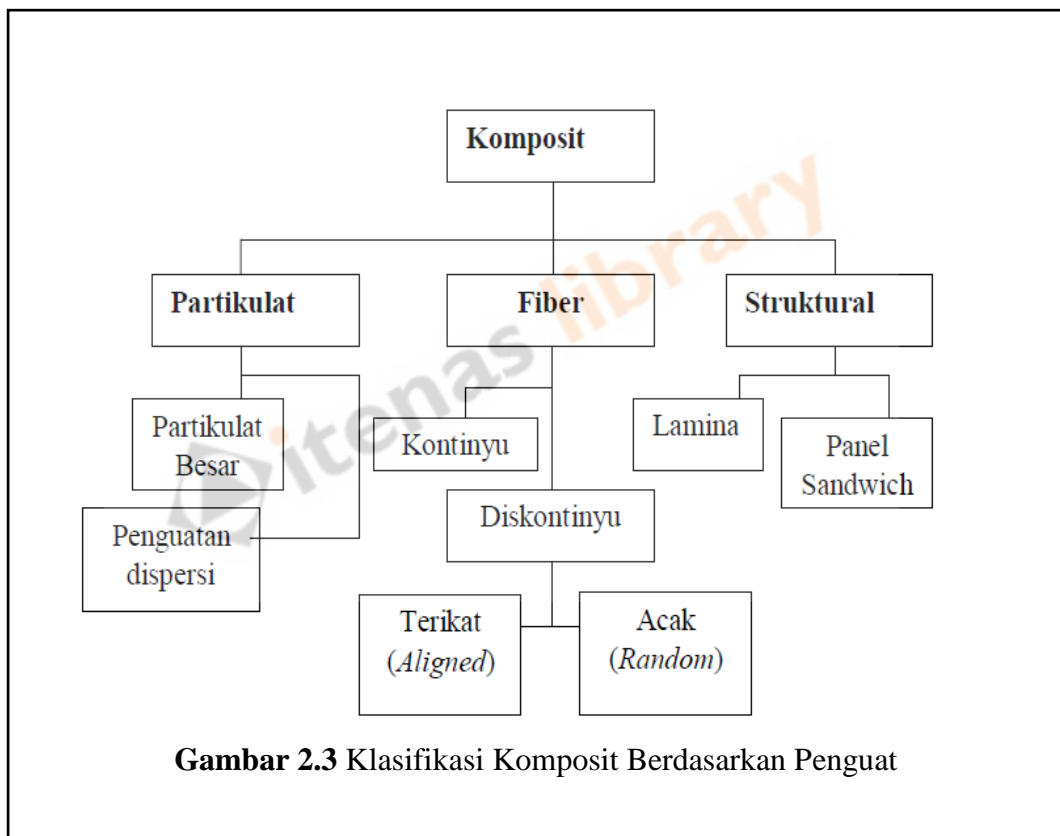
Adalah komposit yang terdiri dari kontinyu dan diskontinyu (terikat dan acak).

➤ *Structural Composite* (Komposit Struktur)

Adalah komposit yang terdiri dari lamina dan panel *sandwich* (Lestari, 2008). Komposit jenis ini biasanya disusun dari dua material atau lebih dengan karakteristik yang berbeda sehingga dapat menghasilkan karakteristik gabungan yang lebih baik.



Gambar 2.2 Ilustrasi dari Klasifikasi Komposit



Gambar 2.3 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Penguat

Sedangkan berdasarkan matriknya, komposit dibedakan menjadi 3 jenis seperti yang ditunjukkan pada **gambar 2.4**, yaitu:

➤ *Polymer Matric Composite (PMC)*

Adalah salah satu jenis komposit yang merupakan kombinasi antara dua material atau lebih dengan matrik berupa polimer,

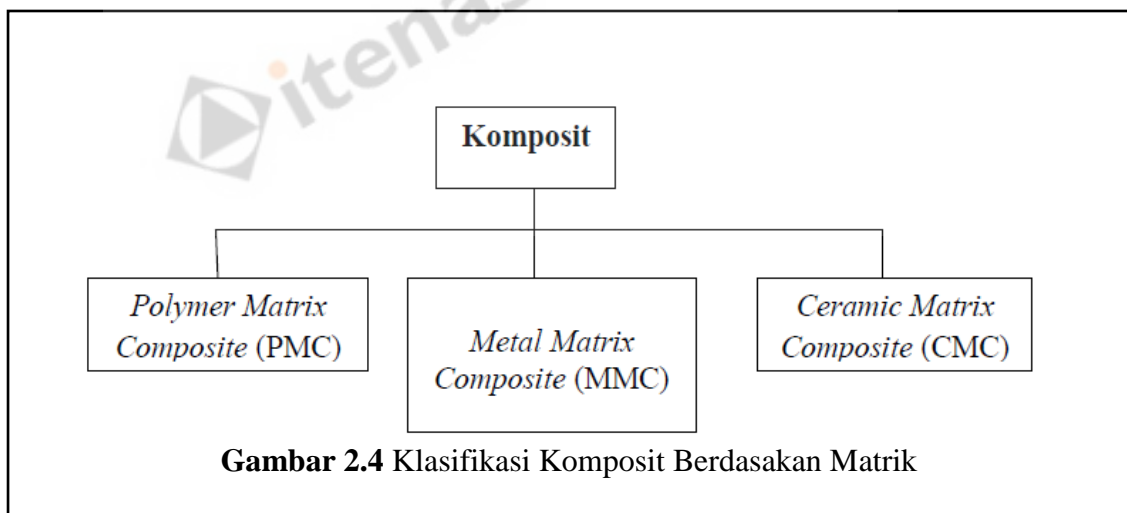
yang memiliki ketahanan dan kekuatan spesifik yang tinggi serta lebih ringan dari material konvensional

➤ *Metal Matrix Composite* (MMC)

Adalah salah satu jenis komposit dengan matrik berupa logam, yang memiliki kuat tekadan geser yang baik, tidak mudah terbakar dan tidak menyerap kelembaban, tahan terhadap temperatur tinggi, memiliki ketahanan arus dan muai termal yang tinggi serta transfer tegangan dan regangan yang baik dibandingkan dengan *Polymer Matrix Composite* (PMC).

➤ *Ceramic Matrix Composite* (CMC)

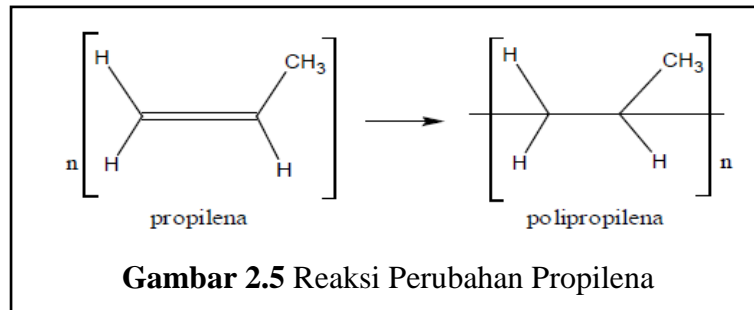
Komposit dengan matrik yang terbuat dari bahan keramik, memiliki keuntungan dimensinya stabil bahkan lebih stabil dari pada logam, mempunyai karakteristik permukaan yang tahan arus, daya tahan terhadap kimia yang tinggi dan tahan terhadap korosi. (Lestari, 2008).



2.2 Polypropylene (PP)

Polypropylene biasa disebut juga polipropilena disusun oleh sekumpulan monomer berupa senyawa yang mempunyai struktur $(CH_2=CH-CH_3)$. Polipropilena yang disusun dari sekumpulan monomer ini tersusun melalui proses polimerisasi adisi secara umum (Rosen, 1982). Proses polimerisasi ini

akan menghasilkan suatu rantai linie berbentuk –A-A-A-A-A- dengan A adalah propilena yang merupakan monomer penyusun polipropilena. Seperti yang ditunjukkan pada **gambar 2.5**.



Kristalinitas merupakan sifat penting yang terdapat pada polimer yang menunjukkan susunan molekul yang lebih teratur. Sifat kristalinitas yang tinggi menyebabkan regangannya tinggi dan kaku (Al-Malaika, 1983). Dalam polipropilena, rantai polimer yang terbentuk dapat tersusun membentuk daerah kristalin dan amorf yang mana atom atom terikat secara tetrahedral dengan sudut ikatan C-C sebesar 109.5° dan membentuk rantai zig-zag planar (Coward, 1991).

Polipropilena merupakan jenis bahan baku plastic ringan, dengan densitas $0,90-0,92 \text{ kg/m}^3$, memiliki kekerasan dan kerapuhan yang tinggi dan bersifat kurang stabil terhadap panas karena adanya hidrogen tersier. Penggunaan bahan pengisi dan penguat memungkinkan polipropilena memiliki mutu kimia yang baik sebagai bahan polimer dan tahan terhadap pemecahan karena tekanan (*stress-cracking*) walaupun ada temperatur tinggi.

Kerapuhan dibawah 0° pada polipropilena dapat dihilangkan dengan menggunakan bahan pengisi atau penyusun dengan bantuan pengisi dan penguat yang memiliki adhesi yang baik (Gatcher, 1990).

Polimer berjenis polipropilena ini memiliki konduktivitas termal yang rendah sebesar $0,12 \text{ W/m}$ kristalinitasnya sangat rentan terhadap laju pendinginan. Misalnya dalam suatu proses pencetakan termoplastik

membentuk suatu barang yang memiliki dimensi tebal dan luas., bagian tengahnya akan menjadi dingin lebih lambar daripada bagian sisi terluar yang bersentuhan langsung dengan cetakan, akibatnya akan terjadi perbedaan derajat kristalinitas pada bagian sisi terluar dengan sisi tengahnya. Polimer jenis polipropilena ini memiliki tegangan (*tensile*) yang rendah, ketahanan benturan (*impact strength*) yang tinggi dan ketahanan yang tinggi terhadap pelarut organik.

2.2.1 Sifat *Polypropylene*

Polipropilena memiliki sifat sebagai berikut:

1. Tahan panas.
2. Tidak mempunyai warna.
3. Daya renggang yang relatif tinggi.
4. Mempunyai ketahanan terhadap bahan-bahan kimia.
5. Dapat larut dalam senyawa organik.

2.2.2 Sifat Fisik dan Sifat Mekanik *Polypropylene*

Berikut adalah beberapa sifat fisik dan mekanik dari polimer berjenis polipropilena:

➤ Sifat Fisik *Polypropylene*

1. Mudah terbakar.
2. Isolator yang baik.
3. Massa jenis rendah.
4. Bertekstur kenyal dan tidak mudah robek.
5. Tahan terhadap kelembaban.

➤ Sifat Mekanik *Polypropylene*

Memiliki beberapa sifat mekanik, yaitu:

1. Kekuatan (*Strength*)

Dibandingkan polimer lain polipropilena mempunyai kekuatan tarik, kekuatan lentur, dan kekuatannya lebih

tinggi, tetapi memiliki ketahanan terhadap beban impact yang rendah.

2. Ketangguhan (*Toughness*)

Polimer ini memiliki ketahanan terhadap bahan kimia yang tinggi, tetapi ketahanan terhadap beban impact nya rendah. Polipropilena dapat mengalami degradasi rantai saat terkena radiasi ultra violet dari sinar matahari.

3. Kekakuan (*Stiffness*)

Memiliki kekakuan yang cukup baik dan tidak mudah sobek.

Tabel 2.1 Temperatur Leleh Proses Termoplastik (Mujiarto, 2015)

<i>Processing Temperature Rate</i>		
Material	°C	°F
ABS	180 - 240	356 - 464
Acetal	185 - 225	365 - 437
Acrylic	180 - 250	356 - 482
Nylon	260 - 290	500 - 554
Poly Carbonat	280 - 310	536 - 590
LDPE	160 - 240	320 - 464
PP	200 - 300	392 - 572
PS	180 - 260	356 - 500
PVC	160 - 180	320 - 365

Berdasarkan literatur seperti yang terlihat pada **tabel 2.1**, dimana PP atau *Polypropylene* hanya dapat dicairkan pada suhu 200 hingga 300 derajat celcius.

2.2.3 *Polypropylene High Impact* (PPHI) Sebagai Bahan Pengikat

Polypropylene High Impact (PPHI) merupakan salah satu polimer yang umum digunakan dalam industri otomotif di Indonesia.

Tabel 2.2 Karakteristik dari *Polypropylene High Impact* (PT.Chandra-Asri Petrochemical, 2016)

Sr. No.	Properties	Test Method	Units	Values*
Physical Properties				
1	Melt Flow Index (230°C & 2.16 kg)	ASTM D1238	g / 10 min	3.5
2	Density (23 °C)	ASTM D 1505	Gm/cm ³	0.90
Mechanical Properties				
3	Tensile Strength @ Yield (50mm / min)	ASTM D 638	MPa	28
4	Elongation @ Yield (50mm / min)	ASTM D 638	%	9
5	Flexural Modulus (1.3 mm/min)	ASTM D790A	MPa	1200
6	Notch Izod Impact Strength (@ 23°C)	ASTM D 256	J/m	150
Thermal Properties				
7	Vicat Softening Point (10N)	ASTM D1525	°C	150
8	Heat Deflection Temperature (0.46N/m ²)	ASTM D 648	°C	90
* Mechanical Properties tested on Injection molded specimen prepared in accordance with ASTM D 4101 and conditioned as per ASTM D 618				
* Typical Values and not to be taken as specifications, values may change without any prior notice.				

Berdasarkan **tabel 2.2** yang mengacu pada produk dari PT,Chandra-Asri Petrochemical dengan seri produk BI9.0GA. Polimer berjenis ini memiliki ketahanan beban impak yang tinggi dengan angka sebesar 150 J/m, menjadikan bahan ini dapat sebagai pengikat yang sangat bagus bagi komposit berpenguat serat alami.

2.3 Serat Alam

Tanaman pertanian, pohon-pohon hutan, dan jenis tanaman lainnya memiliki banyak manfaat untuk sektor pertanian. Produk polimer yang menggunakan bahan-bahan dari sektor pertanian merupakan dasar untuk

membuat produk yang eco-efisien dan berkelanjutan, dan dapat bersaing dengan bahan-bahan sintetis (Suryanto, 2016).

Bahan-bahan dari sektor pertanian ini salah satunya berupa serat alam. Keunggulan dari serat alam dibandingkan dengan serat sintetis adalah memiliki harga yang relative murah, densitas rendah, bahan terbarukan, dan tidak berbahaya bagi kesehatan. Adapun beberapa alternatif selain serat alam ini seperti serat jerami padi, serat jerami.

Berdasarkan sumber serat alam dapat di klasifikasikan yaitu berasal dari tanaman, mineral dan hewan. Banyak sekali dari serat-serat alam ini telah dilakukan pengembangan pada komposit.

Beberapa kelebihan maupun kekurangan dari serat alam untuk penguat komposit adalah sebagai berikut:

➤ Kelebihan serat alam

Berikut beberapa kelebihan alasan serat alam dijadikan bahan penguat bagi komposit, khususnya di Indonesia

1. Memiliki pasokan yang berlimpah dan bahan mentah nya pun merupakan bahan yang terbarukan.
2. Memiliki kekuatan tarik yang baik.
3. Memiliki berat jenis yang kecil.
4. Bersifat ramah lingkungan.
5. Mempunyai harga yang relatif murah dibandingkan serat sintetis.

➤ Kekurangan serat alam

Adapun kekurangan yang dimiliki jenis serat alam ini, yaitu:

1. Kualitas yang dipengaruhi oleh cuaca
2. Memiliki dimensi yang bervariasi, dimana dimensi ini dikarenakan serat satu dengan yang lainnya memiliki kadar penyerapan yang berbeda
3. Mudah terbakar

Sifat mekanis dari serat alam ini sangat berkaitan dari perilaku sifat internal tiap-tiap serat ini. Dimana selain hal diatas ada faktor lain berupa kematangan (umur), proses yang dilakukan dan ukuran.

2.4 Serat Nanas

Nanas (*Ananas Comosus*) merupakan salah satu alternatif tanaman penghasil serat yang selama ini hanya dimanfaatkan hasil buahnya saja. Berdasarkan data badan pusat statistic (BPS), rata-rata produksi nanas di Indonesia adalah 1,5 juta ton/hari melihat banyaknya produksi tanaman nanas per tahun, tentunya daun nanas akan berpotensi besar untuk menjadi limbah.

Serat daun nanas memiliki kekuatan tarik hampir dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan *fiber glass*. Dimana panjang daun nanas memiliki kisaran antara 55 hingga 75 cm dengan kelebaran 3,1 hingga 5,3 cm dan tebal daun antara 0,18 hingga 0,27 cm. Dimana setiap daunnya dapat menghasilkan kurang lebih 2,5 hingga 3,5% serat daun nanas.

Terdapat bermacam-macam variasi tanaman nanas didunia, beberapa tanaman nanas dari variasi tersebut telah dibudidayakan di Indonesia. Berikut adalah sifat fisik dari tanaman nanas yang sudah dikembangkan (Doraiswamy *et al.*, 1993) yang diperlihatkan pada **table 2.3**.

<i>Varietas Nanas</i>	<i>Physical Characteristics</i>		
	<i>Length (cm)</i>	<i>Width (cm)</i>	<i>Thickness (cm)</i>
<i>Assam local</i>	75	4.7	0.21
<i>Cayenalisa</i>	55	4.0	0.21
<i>Kallara Local</i>	56	3.3	0.22
<i>Kew</i>	73	5.2	0.25
<i>Mauritius</i>	55	5.3	0.18
<i>Pulimath Local</i>	68	3.4	0.27
<i>Smooth Cayenne</i>	58	4.7	0.21
<i>Valera Moranda</i>	65	3.9	0.23



Gambar 2.6 Daun dan Serat Daun Nanas

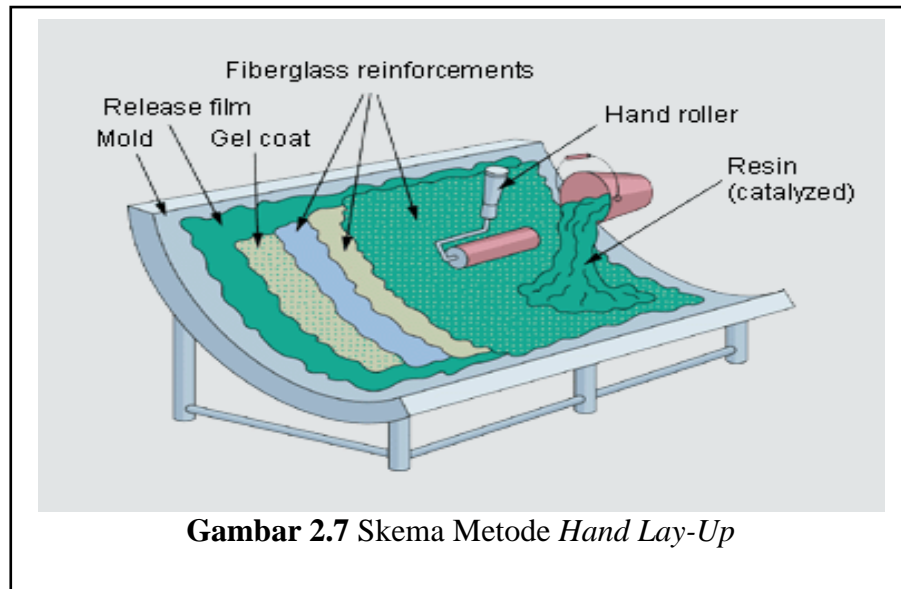
2.5 Metode Pembuatan Komposit

Berikut adalah beberapa metode pembuatan komposit konvensional yang biasa digunakan, antara lain :

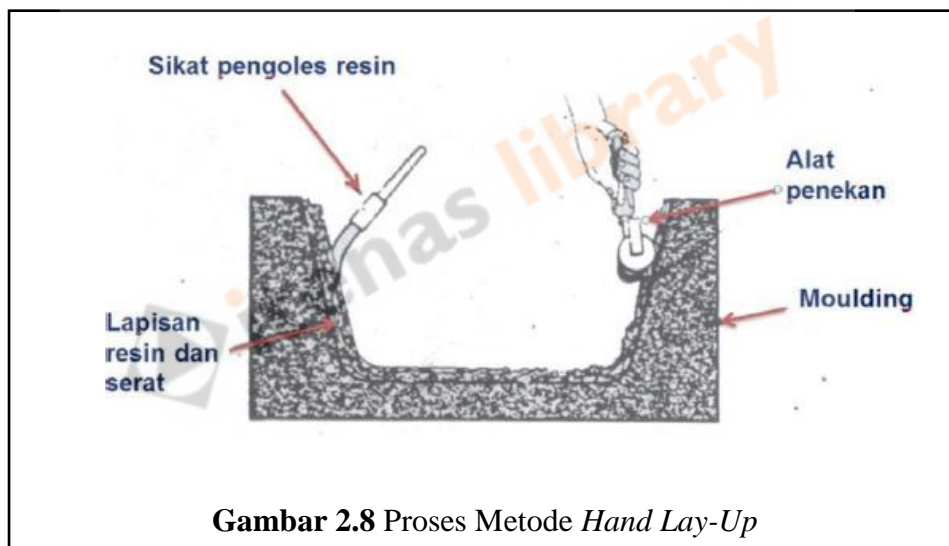
- Metode *Hand Lay-Up*
- Metode *Spray-Up*

2.5.1 Metode *Hand Lay-Up*

Metode ini merupakan jenis metode dengan cetakan terbuka, yang berarti cetakan tersebut dibuat dengan cetakan yang terbuka tidak seperti *pultrusion*, *vacuum infusion*, dan metode lain yang serupa. Metode ini bekerja dengan cara mengaplikasikan resin pada bahan penguat dengan menggunakan kuas/rol. Skema dan proses untuk metode *Hand Lay-Up* ini bisa dilihat pada **gambar 2.7** dan **gambar 2.8**.



Gambar 2.7 Skema Metode *Hand Lay-Up*

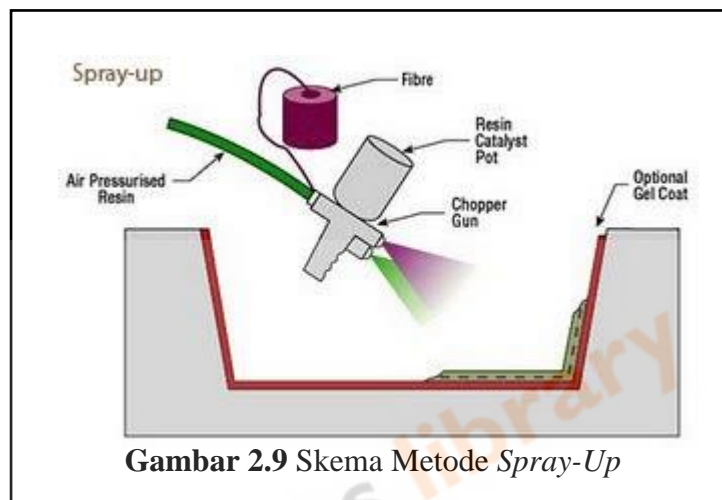


Gambar 2.8 Proses Metode *Hand Lay-Up*

2.5.2 Metode Spray-Up

Pada proses ini, pemakaian lembaran serat penguat diganti menggunakan semprotan dengan menggunakan *spray-gun*. Kemudian biasanya penguat dan resin tadi yang sudah disemprotkan, diratakan dengan menggunakan rol seperti pada proses *Hand Lay-Up* dengan tujuan mengeluarkan udara yang terjebak. Benang disalurkan ke unit penyemprot dan helai benang disemprotkan ke cetakan secara terus

menerus dengan resin. Ketebalan cetakan dapat dengan mudah dibuat per bagian sehingga menjadi berkekuatan tinggi. Namun, keberhasilan untuk metode ini tergantung pada kemampuan operator dalam pengontrolan ketebalan komposit dan juga perbandingan serat dan resin. Seperti yang ditunjukkan pada **gambar 2.9**.

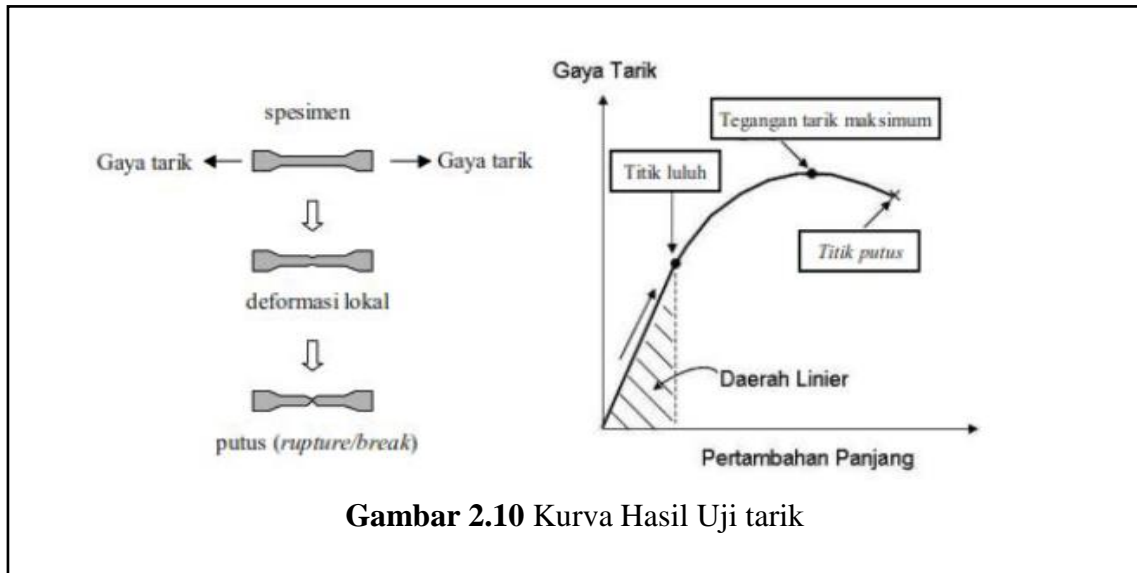


Gambar 2.9 Skema Metode *Spray-Up*

2.6 Uji Tarik

Pengujian Tarik merupakan salah satu pengujian material yang banyak dilakukan didunia industri. Diantaranya yang bisa didapatkan dari pengujian tarik ini adalah kekuatan tarik (*Ultimate Tensile Strenght*), kekuatan mulur (*Yield Tensile Strenght*), elongasi (*Elongation*), Elastisitas (*Elasticity*), dan pengurangan luas penampang (*Reduction of Area*).

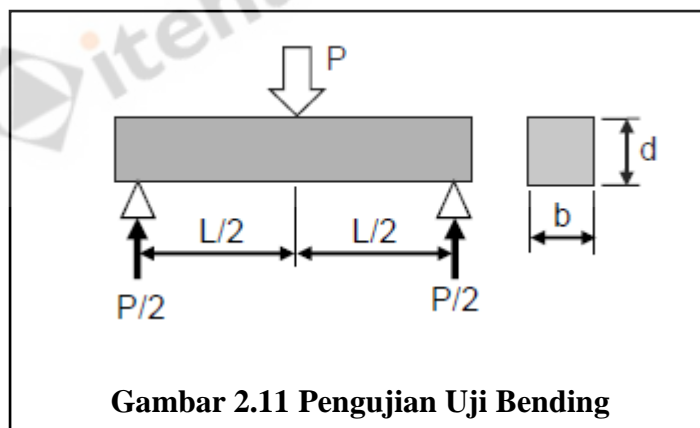
Kurva uji tarik dapat diperoleh beberapa sifat mekanik material. Sifat-sifat mekanik material tersebut yaitu dari kekuatan tarik, keuletan dan regangan. Contoh kurva hasil uji tarik dapat dilihat pada **gambar 2.10** dan **gambar 2.11**.



Gambar 2.10 Kurva Hasil Uji tarik

2.7 Uji Bending

Merupakan suatu proses pengujian terhadap material dengan melakukan penekanan pada material untuk mendapatkan hasil berupa data kekuatan lengkung (*bend*) suatu material yang telah diuji.



Gambar 2.11 Pengujian Uji Bending

Untuk melakukan pengujian ini ada beberapa aspek yang harus diperhitungkan, antara lain :

1. Tekanan

Adalah perbandingan antara gaya yang terjadi dengan luas penampang yang terkena gaya.

2. Benda Uji

Merupakan suatu benda atau komponen yang diuji, jenis dari material yang digunakan pada benda uji ini berpengaruh pada pengujian bending ini

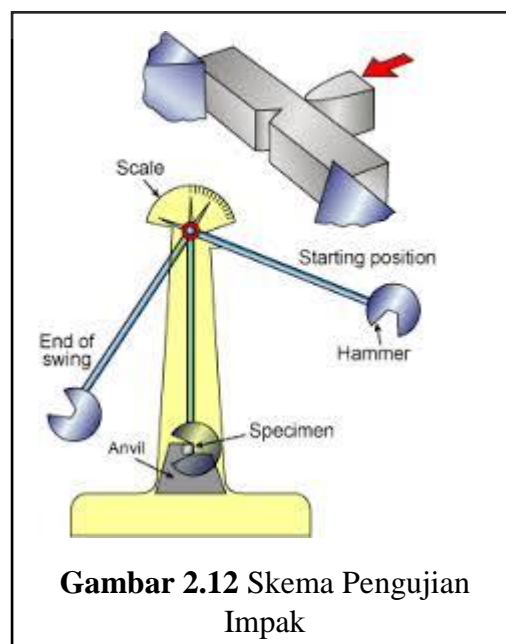
3. Tumpuan

Merupakan penahan kekuatan hasil dari gaya tekan yang diberikan oleh alat penekan.

2.8 Uji Impak

Uji impak adalah pengujian yang dilakukan untuk menguji ketangguhan suatu spesimen apabila diberikan beban secara tiba-tiba dengan tumbukan. Suatu material diharapkan tidak hanya memiliki ketahanan terhadap kekuatan tarik namun juga harus memiliki ketahanan terhadap beban kejut.

Pengujian impak memiliki prinsip dengan melakukan perhitungan energi yang diberikan beban dan energi yang diserap oleh spesimen. Pada saat beban penumbuk dinaikkan pada ketinggian tertentu, beban memiliki energi potensial maksimum, kemudian pada saat akan menumbuk spesimen energi kinetik menjadi maksimum seperti yang terlihat pada **gambar 2.12** (Irwan, 2017).



Gambar 2.12 Skema Pengujian Impak

Nilai harga impact pada suatu material atau spesimen adalah energi yang diserap pada satuan luas penampang lintang spesimen uji. Harga impact ini memiliki persamaan sebagai berikut:

$$HI = \frac{E}{A} = \frac{WxRx(\cos\beta - \cos\alpha)}{A}$$

Dengan: HI=Harga Impact ($\frac{KJ}{m^2}$)

E = Energi Impact (J)

A = Luas Penampang (m^2)

g = Percepatan Gravitasi = $9.81 \frac{m}{s^2}$

β = Sudut Naik

α = Sudut Turun

2.9 Meshing

Pengertian dari *meshing* atau ukuran *mesh* antara lain adalah banyaknya dari jumlah lubang suatu jaring dengan luasan 1 inch persegi jaring yang bisa dilewati oleh suatu material.



Gambar 2.13 Ilustrasi Jaring *Meshing* Stainless Steel

Sebagai contoh, *mesh* 50 berarti memiliki 50 lubang setiap 1 inch bidang jaring. Dimana meshing ini seringkali digunakan untuk proses penghalusan atau penepungan suatu bahan padatan, yang sebelum dihaluskan memiliki ukuran yang lebih besar.

Beberapa industri menggunakan teknik meshing ini dalam proses produksinya seperti industri metalurgi, tepung untuk makanan, pabrik semen dan pabrik untuk *powder* pada kosmetik.

2.9.1 Perbandingan Ukuran *Mesh* Terhadap Nilai Konversi Bersatuan

Berikut adalah perbandingan ukuran *mesh* : *inch* : milimeter : mikrometer yang biasa digunakan dibanyak industri, terlihat pada **tabel 2.4** (Bestekin-team, 2015).

Tabel 2.4 Perbandingan Ukuran *Mesh* Terhadap Nilai Konversi Bersatuan

Mesh	Inch	Milimeter	Mikrometer
3	0.2650	6.730	6730
4	0.1870	4.760	4760
5	0.1570	4.000	4000
6	0.1320	3.360	3360
7	0.1110	2.830	2830
8	0.0937	2.380	2380
10	0.0787	2.000	2000
12	0.0661	1.680	1680
14	0.0555	1.410	1410
16	0.0469	1.190	1190
18	0.0394	1.000	1000
20	0.0331	0.841	841
25	0.0280	0.707	707
28	0.0238	0.700	700
30	0.0232	0.595	595

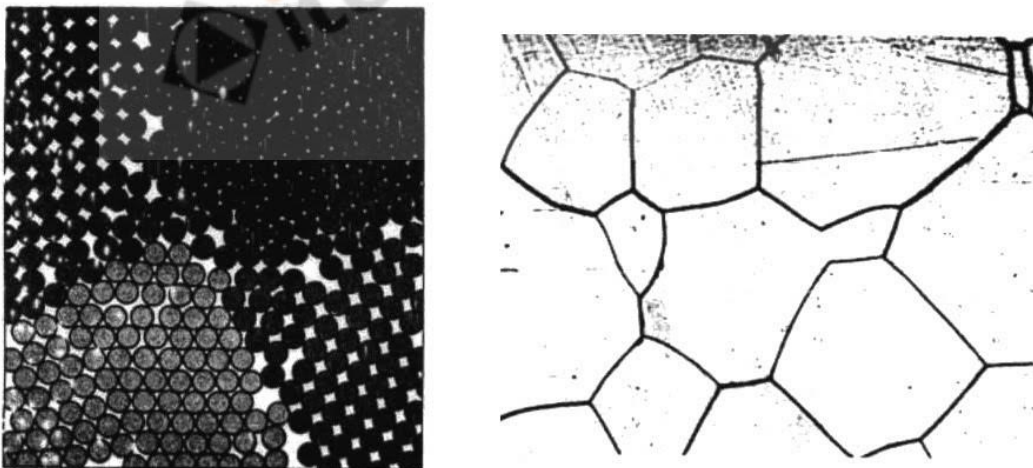
Mesh	Inch	Milimeter	Mikrometer
35	0.0197	0.500	500
40	0.0165	0.420	420
45	0.0138	0.354	354
50	0.0117	0.297	297
60	0.0098	0.250	250
70	0.0083	0.210	210
80	0.0070	0.177	177
100	0.0059	0.149	149
120	0.0049	0.125	125
140	0.0041	0.105	105
170	0.0035	0.088	88
200	0.0029	0.074	74
230	0.0024	0.063	63
270	0.0021	0.053	53
325	0.0017	0.044	44
400	0.0015	0.037	37
550	0.00099	0.025	25
625	0.00079	0.020	20
1200	0.00050	0.012	12
1250	0.000394	0.010	10
2500	0.000197	0.005	5
4800	0.000118	0.003	3
5000	0.000099	0.0025	2.5
12000	0.0000394	0.001	1

Dari tabel diatas, dapat diartikan bahwa *screen* dengan ukuran 12000 mampu menyaring partikel dengan ukuran 1 μ m atau benda yang berukuran diatas 1 mikron mampu disaring dengan menggunakan filter yang memiliki ukuran *mesh* sebesar 12000 (Bestekin-Team, 2015).

2.10 Batas Butir

Kemampuan sebuah logam untuk dideformasi secara plastis berkaitan dengan kemampuan dislokasi, yang terdapat didalam logam tersebut untuk bergerak. Dengan mengurangi pergerakan dislokasi maka sifat mekanik dapat ditingkatkan. Pada komposit *Polypropylene High Impact* berpenguat serat alam ini mekanisme penguat utamanya adalah penghalusan butir.

Penghalusan butir merupakan mekanisme penguatan yang paling sering digunakan karena menghasilkan kombinasi yang baik antara kekuatan dan ketangguhan. Dengan berkurangnya ukuran butir maka akan meningkatkan jumlah batas butir per *unit volume*. Bertambahnya jumlah batas butir dapat menghambat pergerakan dislokasi, sehingga dibutuhkan energi yang lebih banyak bagi dislokasi untuk melompat ke butir berikutnya (Jerry, 2013). Pergerakan dislokasi dan penggambaran batas butir dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Batas Butir

2.11 Porositas (*Void*)

Void atau gelembung udara merupakan akibat yang tidak bisa dihindari pada saat proses pembuatan. Untuk itu sebisa mungkin meminimalkan *void* yang dihasilkan pada bahan komposit. *Void* (kekosongan) yang terjadi pada matrik sangatlah berbahaya, karena pada bagian tersebut penguat tidak didukung oleh matrik, sedangkan penguat akan selalu mentransfer tegangan ke matrik. Hal seperti ini yang menjadi penyebab munculnya *crack*, sehingga komposit akan gagal lebih awal. *Void* juga dapat mempengaruhi ikatan antara serat dan matrik, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matrik tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan, bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut. Pada pengujian tarik komposit akan berakibat lolosnya serat dari matrik. Hal ini disebabkan karena kekuatan atau ikatan *interfacial* antara matrik dan serat yang kurang besar (Schwartz, 1984).