

BAB 2

TINJAUN PUSTAKA

2.1 *Injection molding*

Injection molding adalah proses pembentukan *plastic* dengan cara melelehkan material *plastic* yang kemudian diinjeksikan ke dalam sebuah cetakan (*mold*). Menurut Bryce (1998). Sedangkan *injection molding machine* adalah mesin yang digunakan untuk membuat plastik dengan sistem cetakan injeksi. Mesin *injection molding* tercatat telah dipatenkan pertama kali pada tahun 1872 di Amerika Serikat untuk memproses celluloid. Berikutnya pada tahun 1920-an di Jerman mulai dikembangkan mesin *injection molding* namun masih dioperasikan secara manual di mana pencekaman *mold* masih menggunakan tuas. Tahun 1930-an ketika berbagai macam resin tersedia dikembangkan mesin *injection molding* yang dioperasikan secara hidraulik. Pada era ini kebanyakan mesin *injection molding* masih bertipe *single stage plunger*. Pada tahun 1946 James Hendry membuat mesin *injection molding* tipe *single-stage reciprocating screw* yang pertama. (Markus Hasto, 2016)

Pada proses *injection molding* banyak faktor yang mempengaruhi hasil produk, seperti yaitu: bentuk cetakan, temperatur proses, besarnya tekanan dan waktu pendinginan. (Indra Mawardi, 2015)

2.2 *Polypropylene*

Polipropilena merupakan polimer hidrokarbon yang termasuk ke dalam polimer termoplastik yang dapat diolah pada suhu tinggi. Polipropilena berasal dari monomer propilena yang diperoleh dari pemurnian minyak bumi. Kristalinitas merupakan sifat penting yang terdapat pada polimer. Kristalinitas merupakan ikatan antara rantai molekul sehingga menghasilkan susunan molekul yang lebih teratur. Pada polimer polipropilena, rantai polimer yang terbentuk dapat tersusun membentuk daerah kristalin (molekul tersusun teratur) dan bagian lain membentuk daerah amorf (molekul tersusun secara tidak teratur). (cowd MA, 1991)

Kerapuhan polipropilena dibawah 0 oC dapat dihilangkan dengan penggunaan bahan pengisi. Dengan bantuan pengisi dan penguat, akan terdapat adhesi yang baik.(Gachter, 1990).

2.2.1 Sifat *Polypropylene*

Polypropylene (PP) memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Tidak berwarna
2. Tahan panas
3. Dapat larut dalam senyawa organik
4. Mempunyai daya renggang tinggi
5. Tidak beracun
6. Tahan terhadap bahan kimia

2.2.2 Sifat Fisik dan Sifat Mekanik *Polypropylene*

1. Sifat Fisik *Polypropylene*

Polypropylene mempunyai sifat-sifat fisik meliputi:

- a). Memiliki massa jenis rendah
- b). Memiliki sifat tembus cahaya
- c). Dapat terbakar
- d). Bersifat kenyal, tidak mudah robek, dan tahan terhadap kelembaban
- e). Memiliki sifat isolator yang baik

2. Sifat Mekanik *Polypropylene*

a). Kekuatan (*strength*)

Bibandingkan dengan polimer lain *polypropylene* kekuatan tarik, kekuatan lentur dan kekakuannya lebih tinggi, tetapi ketahanan impaknya rendah terutama pada suhu rendah.

b). Kekenyalan (*elasticity*)

Kebanyakan *polypropylene* merupakan isotaktik dan memiliki kristalinitas tingkat menengah di antara polietilena berdensitas rendah dengan polietilena berdensitas tinggi, modulus youngnya juga

menengah. Melalui penggabungan partikel karet, PP bisa dibuat menjadi liat serta fleksibel, bahkan di suhu yang rendah.

c). Ketangguhan (*toughness*)

Polipropilena mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (*chemical resistance*) yang tinggi tetapi ketahanan pukul (*impact strength*) nya rendah. Polipropilena dapat mengalami degradasi rantai saat terkena radiasi ultra violet dari sinar matahari.

d). Kekakuan (*stiffness*)

Apabila dibandingkan dengan PE (*polyethylene*), *Polypropylene* lebih kaku serta 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

2.2.3 Matrik (*Polypropylene High Impact / PPHI*)

Matriks dalam struktur komposit berasal dari bahan polimer atau logam. Syarat pokok matriks yang digunakan dalam komposit adalah harus bisa meneruskan beban, sehingga serat bisa melekat pada matriks dan kompatibel antara serat dan matriks. Matriks dalam susunan komposit bertugas melindungi dan mengikat serat agar bekerja dengan baik.

Matriks juga berfungsi sebagai pelapis serat. Umumnya matriks terbuat dari bahan-bahan lunak dan liat. Pemilihan bahan matriks dan serat memainkan peranan penting dalam menentukan sifat mekanik dan sifat komposit. Gabungan matriks dan serat menghasilkan komposit yang mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi. (Gibson, 1994)

Tabel 2.2 Karakteristik *polypropylene high impact* (PT Chandra Asri Petro Chemical, 2020)

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.				

2.3 Serat Alam

Serat dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material (Diharjo, 2003). Tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan karena tegangan yang diberikan pada komposit pertamaditerima oleh matriks dan diteruskan ke serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu, serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matriks penyusun komposit (Vlack, 1995). Kualitas dan sifat dari serat tergantung dari beberapa faktor seperti ukuran,

kematangan (umur) dan proses atau metode yang digunakan untuk mengekstrak serat. Sifat-sifat seperti densitas, *electrical resistivity*, kekuatan Tarik dan *intial modulus* sangat berkaitan dengan struktur internal dan kandungan kimia dari serat. (Mohanty dkk, 2011).

Tabel 2.3 Perbandingan Beberapa Sifat Dari Serat Alam dan Sintetik (Surdia dan Saito, 2005).

Jenis Serat	Density (g/cm ³)	Diameter (μm)	Tensile Strenght (MPa)	Young's Modulus (GPa)	Elongation at Break (%)
Jute	1,3-1,45	20-200	393-773	13-26,5	7-8
Flax	1,5	-	345-1100	27,6	2,7-3,2
Hemp	-	-	690	-	1,6
Rami	1,5	-	400-938	61,4-128	1,2-3,8
Nanas	1,45	50-200	468-649	9,4-22	3-7
PALF	-	20-80	413-1627	34,5-82,51	1,6
Cotton	1,5-1,6	-	287-800	5,5-12,6	7-8
Coir	1,15	100-450	131-175	4-6	15-40
E-Glass	2,5	-	2000-3500	70	2,5
S-Glass	2,5	-	4570	86	2,8
Aramid	1,4	-	3000-3150	63-67	3,3-3,7
Carbon	1,7	-	4000	230-240	1,4-1,8

2.3.1 Fraksi Berat Serat

Fraksi berat serat adalah perbandingan antara berat serat dengan berat komposit. Semakin besar fraksi beratserat semakin bertambah kekuatan dan kekakuan komposit. Secara umum fraksi beratserat maksimum adalah 80% yaitu ketika tidak semua serat dikelilingi oleh matrik.

Volume Cetakan (V_c)

$$V_c = p \times l \times t \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

V_c : Volume Cetakan(cm³)

l : Lebar Cetakan (cm)

t : Tinggi Cetakan (cm)

p : Panjang Cetakan (cm)

Fraksi Berat Serat (FW)

$$FW = \frac{wf}{wf+wp} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

FW : Fraksi Berat Serat (%)

wp : Berat epoxy (gram)

wf : Berat Serat (gram)

2.4 Serat Rami

Tanaman rami dalam bahasa latin disebut *Boehmeria nivea L.* Tanaman ini mempunyai akar yang tumbuh vertikal ke dalam tanah sedalam 20-30 cm. Tanaman rami tingginya dapat mencapai 2 m lebih dengan waktu atau masa panen terbaik sekitar 55 hari pada daerah daratan rendah sampai dengan tiga bulan di daerah dataran tinggi atau pegunungan. Tanaman rami sangat cocok dikembangkan di Indonesia bagian barat yang beriklim basah, karena tanaman ini memerlukan banyak curah hujan sepanjang tahun. Serat rami merupakan bahan yang berasal dari kulit batang rami. Serat rami ini masih dalam bentuk bundelan, karena terikat oleh lapisan pektin yang biasa disebut gum, yaitu sejenis karbohidrat rantai panjang yang menyebabkan helaian serat terikat satu sama lain. (Musaddad, 2007).

Sifat serat tanaman rami memiliki kekuatan empat kali lebih besar daripada kapas. Warna dan kilau tanaman rami setara dengan sutera alam dan dapat menyerap air 12% sedangkan kapas hanya 8%. Serat tanaman rami digolongkan sebagai serat lunak meskipun sedikit lignin (Brink dan Escobin, 2003). Keunggulan lain dari tanaman rami adalah produktivitas per hektarnya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kapas, yaitu karena tanaman rami dapat dipanen 5-6 kali dalam satu tahun (Sumantri, 1989). (Tondl 1995) menyatakan bahwa serat tanaman rami mempunyai sifat yang baik, yaitu berwarna sangat putih, berkilau, tidak berubah warna dan tidak berkerut oleh sinar matahari, higroskopis dan mudah kering. Serat tanaman rami merupakan salah satu bahan baku tekstil yang pemakaiannya dapat dicampur dengan serat kapas.



Gambar 2.1 Tanaman rami dan serat rami (Musaddad, 2007)

Tabel 2.4 Bagian Tanaman Rami dan Kandungannya (Musaddad, M.A 2007)

Bagian Tanaman	Kandungan
Daun	Berat kering (19,56%), protein kering (26,38%), serat kasar (16,24%), lemak kering (3,04%), kalori (4659,13 kalori/gram), N (2,94%), C organik (27,61%), C/N ratio (9), bahan organik (47,76%), P (0,3%), K (2,2%), Mg (0,45%), S (0,19%), Cu (7,95 ppm), Zn (10,68 ppm), Mo (1,43 ppm)
Pucuk Daun	Protein (9,46%), lemak (0,96%), tanin (1,68%), vitamin C (1904,6 ppm), total asam (1,25 %), total gula (0,15%).
Batang dan Akar	N (0,84%), C organik (37,88%), C/N ratio (45), bahan organik (65,53%), P (80%), K (1,06%), Mg (0,51%), S (20 ppm), Zn (4,77 ppm)

2.4.1 Struktur Molekul Rami

Rami merupakan serat tumbuh-tumbuhan jenis *Boehmeria nivea*. Selulosa mempunyai rumus $(C_6H_{10}O_5)_n$, dimana “n” merupakan derajat polimerisasinya dan sebagian besar serat rami (68,6 % - 76,2 %) terdiri dari selulosa.

Tabel 2.5 Sifat Fisik dan Kimia Serat Rami (Purwati, D.R 2012)

Karakter	Nilai
Selulosa (% berat)	68,6-76,2
Lignin (% berat)	0,6-0,7
Hemiselulosa (% berat)	13,1-16,7
Pektin (% berat)	1,9
Lilin (% berat)	0,3
Sudut Mikrofibril (°)	7,5
Kadar Air (% berat)	8,0
Kerapatan (mg/m ³)	1,5

2.5 Serat Nanas

Serat daun nanas (*pineapple-leaf fibres*) adalah salah satu serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas. Tanaman nanas yang juga mempunyai nama lain, yaitu *Ananas Cosmosus*, (termasuk dalam *family Bromeliaceae*), pada umumnya termasuk jenis tanaman semusim. Menurut sejarah, tanaman ini berasal dari Brazilia dan dibawa ke Indonesia oleh para pelaut Spanyol dan Portugis sekitar tahun 1599.

Bentuk daun nanas menyerupai pedang yang meruncing diujungnya dengan warna hijau kehitaman dan pada tepi daun terdapat duri yang tajam. Tergantung dari spesies atau varietas tanaman, panjang daun nanas berkisar antara 55 sampai 75 cm dengan lebar 3,1 sampai 5,3 cm dan tebal daun antara 0,18 sampai 0,27 cm. Di samping species atau varietas nanas, jarak tanam dan intensitas sinar matahari akan mempengaruhi terhadap pertumbuhan panjang daun dan sifat atau karakteristik dari serat yang dihasilkan. Intensitas sinar matahari yang tidak terlalu banyak (sebagian terlindung) pada umumnya akan menghasilkan serat yang kuat, halus, dan mirip sutera (*strong, fine and silky fibre*) (Kirby, 1963, Doraiswamy et al., 1993). Terdapat lebih dari 50 varietas tanaman nanas didunia, beberapa varietas tanaman nanas yang telah dibudidayakan di Indonesia antara lain Cayenne, Spanish/Spanyol, Abacaxi dan

Queen. Tabel 1 memperlihatkan sifat fisik beberapa jenis varietas lain tanaman nanas yang sudah banyak dikembangkan (Doraiswamy et al., 1993).

Tabel 2.6 Bagian Sifat Fisik Daun Nanas (Doraiswamy et al., 1993)

<i>Varietas Nanas</i>	<i>Physical Characteristics</i>		
	<i>Length</i>	<i>Width</i>	<i>Thickness</i>
	<i>(cm)</i>	<i>(cm)</i>	<i>(cm)</i>
<i>Assam local</i>	75	4.7	0.21
<i>Cayenalisa</i>	55	4	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

Daun nanas mempunyai lapisan luar yang terdiri dari lapisan atas dan bawah. Diantara lapisan tersebut terdapat banyak ikatan atau helai-helai serat (*bundles of fibre*) yang terikat satu dengan yang lain oleh sejenis zat perekat (*gummy substances*) yang terdapat dalam daun. Karena daun nanas tidak mempunyai tulang daun, adanya serat-serat dalam daun nanas tersebut akan memperkuat daun nanas saat pertumbuhannya. Dari berat daun nanas hijau yang masih segar akan dihasilkan kurang lebih sebanyak 2,5 sampai 3,5% serat serat daun nanas.



Gambar 2.2 Tanaman nanas dan serat nanas (Almasshabur, 2018)

2.6 Komposit

Material komposit adalah material yang terbuat dari dua bahan atau lebih yang tetap terpisah dan berbeda dalam level makroskopik selagi membentuk komponen tunggal sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit bersifat heterogen dalam skala makroskopik. Bahan penyusun komposit tersebut masing-masing memiliki sifat yang berbeda dan ketika digabungkan dalam komposisi tertentu terbentuk sifat-sifat baru yang disesuaikan dengan keinginan (Krevelen, 1994).

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda (Jones, 1975). Kelebihan material komposit jika dibandingkan dengan logam adalah memiliki sifat mekanik yang baik, tidak mudah korosi, bahan baku mudah diperoleh dengan harga yang lebih murah dan memiliki massa jenis yang lebih rendah dibanding logam. Serat alam adalah serat yang berasal dari alam seperti serat rami, serat nanas, serat kelapa dan lain-lain. (Chandrabakty, 2011)

Komposit yang diperkuat dengan serat dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu komposit serat pendek (short fiber composite) dan komposit serat panjang (long fiber composite). Serat panjang lebih kuat dibanding serat pendek. Serat panjang (continuous fiber) lebih efisien dalam peletakannya dari pada serat pendek tetapi serat pendek lebih mudah peletakannya dibanding serat panjang. Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat. Ditinjau dari teorinya, serat panjang dapat meneruskan beban maupun tegangan dari titik tegangan ke arah serat yang lain (Schwart, 1984).

Pada umumnya dalam proses pembuatannya melalui pencampuran yang homogen, sehingga kita leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan mengatur komposisi dari material pembentuknya. Komposit merupakan gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat (Mehta, 1986).

2.6.1 Penguat (*Reinforcement*)

Reinforcement (penguat) adalah salah satu bagian utama dari komposit yang berperan untuk menahan beban yang diterima oleh material komposit sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari penguat yang digunakan. Bahan penguat biasanya kaku dan tangguh. Bahan penguat yang umum digunakan adalah jenis partikel, serat serat alam, serat karbon, serat gelas dan keramik. Ilustrasi penguat (reinforcement) seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.3. Ilustrasi *reinforcement*

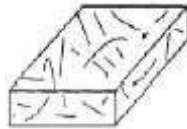
Jenis-jenis material komposit berdasarkan penguatnya dibagi menjadi 3 yaitu:

- a. Komposit serat merupakan komposit yang terdiri dari serat dan bahan dasar yang difabrikasi, misalnya serat dan resin sebagai perekat.
- b. Komposit berlapis (*laminated composite*) merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik khusus. Contohnya *polywood*, *laminated glass* yang sering digunakan sebagai bahan bangunan dan kelengkapannya.
- c. Komposit partikel (*particulate composite*) merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriks. Komposit yang terdiri dari partikel dan matriks seperti butiran (batu dan pasir). Partikel seharusnya berukuran kecil dan terdistribusi merata agar dapat menghasilkan kekuatan lebih seragam (Van Vlack, 1985).

Jenis-Jenis Komposit Berdasarkan Penguat yang digunakan.

1. Komposit Serat (*Fiber Composites*)

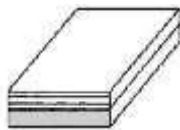
Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari fiber dalam matriks. Fungsi utama dari serat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit. Tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan kepada serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit.



Gambar 2.4 *Fibrous Composite*. (sumber :George H. Staab, 1999)

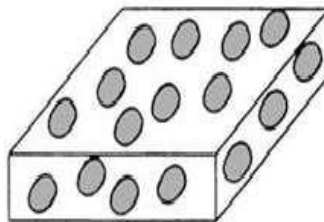
2. Komposit Laminat (*Laminated Composite*)

Komposit laminat adalah komposit yang terdiri dari sekurang-kurangnya dua lapis material yang berbeda dan digabung secara bersama-sama. *Laminated composite* dibentuk dari berbagai lapisan-lapisan dengan berbagai macam arah penyusunan serat yang ditentukan yang disebut laminat.



Gambar 2.5 Komposit Laminat (sumber :George H. Staab, 1999)

3. Komposit Partikel (*Partikulate Composite*)



Gambar 2.6 Komposit Partikel (sumber :George H. Staab, 1999)

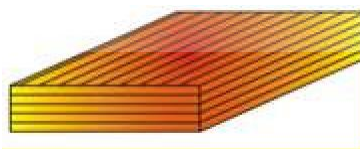
Merupakan komposit yang terdiri dari satu atau lebih partikel / serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriknya.

Klasifikasi material komposit berdasarkan komponen struktural. Secara garis besar komposit diklasifikasikan menjadi tiga macam (Jones, 1975), yaitu:

1. Komposit serat (*Fibrous Composites*)

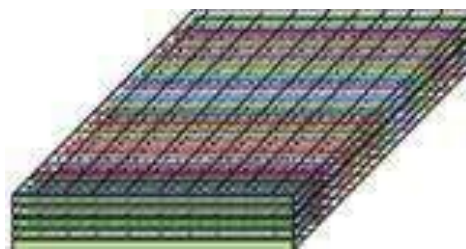
Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari fiber dalam matriks. Secara alami serat yang panjang mempunyai kekuatan yang lebih dibanding serat yang berbentuk curah (bulk). Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat / fiber. Fiber yang digunakan bisa berupa *fibers glass, carbon fibers, aramid fibers (poly aramide)*, dan sebagainya. Fiber ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Serat merupakan material yang mempunyai perbandingan panjang terhadap diameter sangat tinggi serta diameternya berukuran mendekati kristal. Serat juga mempunyai kekuatan dan kekakuan terhadap densitas yang besar (Jones, 1975). Kebutuhan akan penempatan serat dan arah serat yang berbeda menjadikan komposit diperkuat serat dibedakan lagi menjadi beberapa bagian diantaranya:

1) *Continous fiber composite* (komposit diperkuat dengan serat kontinu).



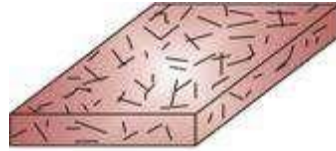
Gambar 2.7 *Continous fiber composite* (Gibson, 1994)

2) *Woven fiber composite* (komposit diperkuat dengan serat anyaman).



Gambar 2.8 *Woven fiber composite* (Gibson, 1994)

3) Chopped fiber composite (komposit diperkuat serat pendek/acak).



Gambar 2.9 *Chopped fiber composite* (Gibson, 1994)

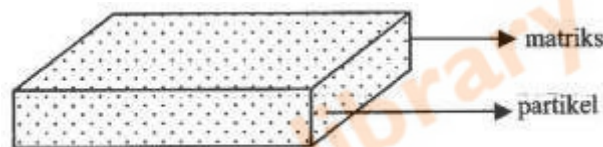
4) Hybrid composite (komposit diperkuat serat kontinyu dan serat acak).



Gambar 2.10 *Hybrid composite* (Gibson, 1994)

2. Komposit Partikel (*Particulate Composites*)

Merupakan komposit yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

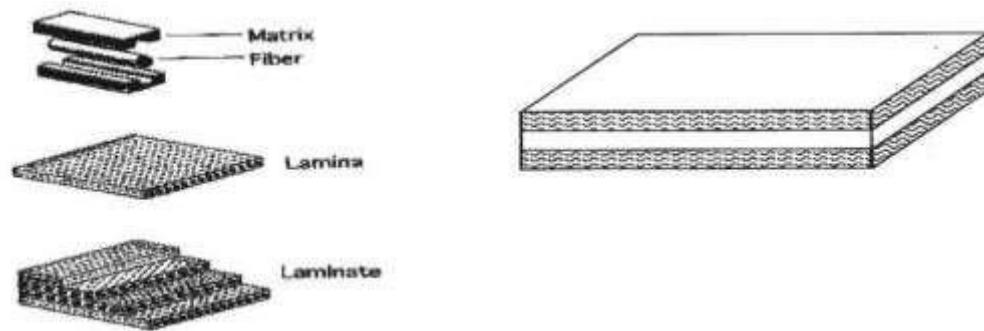


Gambar 2.11 *Particulate Composite*

Komposit ini biasanya mempunyai bahan penguat yang dimensinya kurang lebih sama, seperti bulat serpih, balok, serta bentuk-bentuk lainnya yang memiliki sumbu hamper sama, yang kerap disebut partikel, dan bisa terbuat dari satu atau lebih material yang dibenamkan dalam suatu matriks dengan material yang berbeda. Partikelnya bisa logam atau non logam, seperti halnya matriks. Selain itu adapula polimer yang mengandung partikel yang hanya dimaksudkan untuk memperbesar volume material dan bukan untuk kepentingan sebagai bahan penguat (Jones, 1975).

3. Komposit Lapis (*Laminates Composites*)

Merupakan jenis komposit terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.



Gambar 2.12 *Particulate Composite*

Komposit ini terdiri dari bermacam-macam lapisan material dalam satu matriks. Bentuk nyata dari komposit lamina adalah:(Jones, 1999)

1. Bimetal

Bimetal adalah lapis dari dua buah logam yang mempunyai koefisien ekspansi thermal yang berbeda. Bimetal akan melengkung seiring dengan berubahnya suhu sesuai dengan perancangan, sehingga jenis ini sangat cocok untuk alat ukur suhu.

2. Pelapisan logam

Pelapisan logam yang satu dengan yang lain dilakukan untuk mendapatkan sifat terbaik dari keduanya.

3. Kaca yang dilapisi

Konsep ini sama dengan pelapisan logam. Kaca yang dilapisi akan lebih tahan terhadap cuaca.

4. Komposit lapis serat

Dalam hal ini lapisan dibentuk dari komposit serat dan disusun dalam berbagai orientasi serat. Komposit jenis ini biasa digunakan untuk panel sayap pesawat dan badan pesawat.

2.6.2 Matriks

Matriks dalam struktur komposit berasal dari bahan polimer atau logam. Syarat pokok matriks yang digunakan dalam komposit adalah harus bisa meneruskan beban, sehingga serat bisa melekat pada matriks dan kompatibel antara serat dan matriks. Matriks dalam susunan komposit bertugas melindungi dan mengikat serat agar bekerja dengan baik. Matriks juga berfungsi sebagai

pelapis serat. Umumnya matriks terbuat dari bahan-bahan lunak dan liat. Pemilihan bahan matriks dan serat memainkan peranan penting dalam menentukan sifat mekanik dan sifat komposit. Gabungan matriks dan serat menghasilkan komposit yang mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi (Gibson, 1994).

Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar. Matriks mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Mentransfer tegangan ke serat secara merata.
2. Melindungi serat dari gesekan mekanik.
3. Memegang dan mempertahankan serat pada posisinya.
4. Melindungi dari lingkungan yang merugikan.
5. Tetap stabil setelah proses manufaktur.

2.7 Fraksi Volume

Salah satu faktor penting yang menentukan karakteristik mekanik dari komposit yaitu perbandingan serat dan matriksnya. Umumnya perbandingan ini dapat ditunjukkan dalam bentuk fraksi volume serat (v_f) atau fraksi berat serat (w_f). Namun formulasi kekuatan komposit lebih banyak menggunakan fraksi volume serat. Menurut Gibson(1994), fraksi volume serat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{m}{v} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

ρ = Densitas (gr/cm³)

m= Massa serat (gram)

v = Volume (cm³)

2.8 Uji Tarik

Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan atau material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu (Askeland, 1985). Pengujian tarik (tensile test) adalah pengujian mekanik secara statis dengan cara sampel ditarik dengan pembebanan pada kedua ujungnya dimana gaya tarik yang diberikan sebesar P (Newton). Tujuannya untuk mengetahui sifat- sifat mekanik tarik

(kekuatan tarik) dari komposit yang diuji. Pertambahan panjang (Δl) yang terjadi akibat gaya tarikan yang diberikan pada sampel uji disebut deformasi. Regangan merupakan perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang mula-mula. Kekuatan tarik adalah salah satu sifat dasar dari bahan.. Tegangan tarik σ , adalah gaya yang diaplikasikan, F, dibagi dengan luas penampang A_0 yaitu:

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

F = Beban yang diberikan arah tegak lurus terhadap penampang spesimen (N)

A_0 = Luas penampang mula-mula spesimen sebelum diberikan pembebanan (m^2)

σ = Engineering Stress (N/m²)

Satuan yang dipakai adalah dyne per sentimeter kuadrat (CGS) atau Newton per meter kuadrat (MKS). Perpanjangan tarik ϵ adalah perubahan panjang (Δl) sampel dibagi dengan panjang awal (l):

$$\epsilon = \frac{l_o}{l_i} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana:

ϵ = Engineering Strain

l_o = Panjang mula-mula spesimen sebelum diberikan pembebanan (m)

l_i = panjang sesaat putus spesimen (m)

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan, modulus elastisitas bahan dengan cara menarik spesimen sampai putus. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik.

2.9 Uji Bending

Uji bending adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian kekuatan lengkung (bending) pada suatu bahan atau material. Pada umumnya alat uji bending memiliki beberapa bagian utama, seperti: rangka, alat tekan, point bending dan alat ukur.

Pengukuran tegangan yang terjadi pada spesimen uji bending dapat dilakukan melalui perhitungan berikut:

$$\sigma = \frac{M.c}{I} \dots \dots \dots (2.3)$$

σ = Kekuatan bending (Mpa)

M = Momen lentur dipenampang spesimen

c = Jarak dari sumbu ke titik yang dituju

I = Inersia Penampang

Untuk melakukan uji bending ada factor dan aspek yang harus dipertimbangkan dan dimengerti yaitu :

- a. Tekanan (p) Tekanan adalah perbandingan antara gaya yang terjadi dengan luasan benda yang dikenai gaya. Besarnya tekanan yang terjadi dipengaruhi oleh dimensi benda yang di uji. Dimensi mempengaruhi tekanan yang terjadi karena semakin besar dimensi benda uji yang digunakan maka semakin besar pula gaya yang terjadi. Selain itu alat penekan juga mempengaruhi besarnya tekanan yang terjadi. Alat penekan yang digunakan menggunakan system hidrolik. Hal lain yang mempengaruhi besar tekanan adalah luas penampang dari torak yang digunakan.
- b. Benda uji
Benda uji adalah suatu benda yang di uji kekuatan lengkungnya dengan menggunakan alat uji bending. Jenis material benda uji yang digunakan sebagai benda uji sangatlah berpengaruh dalam pengujian bending. Karena tiap jenis material memiliki kekuatan lengkung yang berbeda-beda, yang nantinya berpengaruh terhadap hasil uji bending itu sendiri.
- c. Point Bending
Point bending adalah suatu sistem atau cara dalam melakukan pengujian lengkung (bending). Point bending ini memiliki 2 tipe, yaitu: three point bending dan four point bending. Perbedaan dari kedua cara pengujian ini hanya terletak dari bentuk dan jumlah point yang digunakan, three point bending menggunakan 2 point pada bagian bawah yang berfungsi sebagai tumpuan dan 1 point pada bagian atas yang berfungsi sebagai penekan sedangkan four point bending menggunakan 2 point pada

bagian bawah yang berfungsi sebagai tumpuan dan 2 point (penekan) pada bagian atas yang berfungsi sebagai penekan.

d. Rangka

Rangka berfungsi sebagai penahan kekuatan balik dari gaya tekan yang dihasilkan oleh alat penekan pada saat proses pengujian. Selain itu rangka juga berfungsi sebagaiudukan komponen-komponen lain, sehingga ukuran dari rangka haruslah lebih besar dari komponen-komponen tersebut.

e. Alat Ukur

Alat ukur berfungsi sebagai pembaca data hasil pengukuran pada saat pengujian berlangsung. Angka-angka yang di tunjukkan oleh alat ukur nantinya di olah lagi dalam perhitungan untuk mendapatkan data yang diinginkan. Pada umumnya alat ukur yang digunakan adalah alat pengukur tekanan.

2.10 Uji Impak

Menurut Dieter, George E (1988) uji impak digunakan dalam menentukan kecenderungan material untuk rapuh atau ulet berdasarkan sifat ketangguhannya. Hasil uji impak juga tidak dapat membaca secara langsung kondisi perpatahan batang uji, sebab tidak dapat mengukur komponen gaya-gaya tegangan tiga dimensi yang terjadi pada batang uji. Hasil yang diperoleh dari pengujian impak ini, juga tidak ada persetujuan secara umum mengenai interpretasi atau pemanfaatannya.

Nilai harga *impact* pada suatu spesimen adalah energi yang diserap tiap satuan luas penampang lintang spesimen uji. Persamaanya sebagai berikut (Callister, 2003):

$$HI = \frac{E}{A} = \frac{m \times g(h_1 - h_2)}{A} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

$$HI = \text{Harga impak } \left(\frac{kJ}{m^2} \right)$$

E = Energi impak (J)

A = Luas penampang (m^2)

g = Percepatan gravitasi ($\frac{m}{s^2}$)

h_1 = Tinggi pusat spesimen sebelum pemukulan (m)

h_2 = Tinggi pusat spesimen setelah pemukulan (m)

