

BAB II

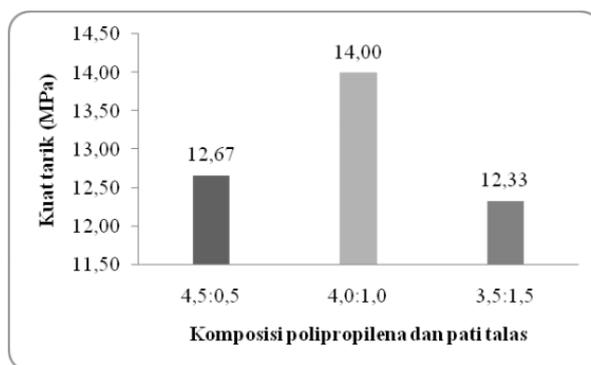
TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Tinjauan Pustaka

Seiring dengan perkembangan teknologi khususnya pada bidang manufaktur penggunaan material logam meningkat. Pengembangan material baru yang dapat menjadi alternatif pengganti logam semakin banyak dilakukan, memngingan material logam termasuk material yang berat mahal dan susah untuk dibentuk. Salah satu material yang dikembangkan adalah komposit yang memiliki kelebihan dibandingkan logam yaitu bahan baku yang murah mudah dibentuk dan memiliki berat jenis yang lebih ringan dibandingkan logam [1]. Komposit terdiri dari dua bahan utama sebagai penyusunnya yaitu matriks yang berfungsi sebagai pengikat dan pengisi (*filler*) sebagai penguatnya [12]. Material komposit yang memiliki penguat serat terutama serat alam adalah suatu pilihan yang menguntungkan[13]. Serat alam adalah serat yang bisa didapatkan dari alam, serat alam bisa berasal dari tumbuh-tumbuhan, hewan dan mineral [14].

Penelitian tentang pengembangan material komposit telah banyak dilakukan dengan berbagai macam variasi dan bentuk pengembangan, salah satunya seperti yang dilakukan oleh Nurhidayat (2013)[15] mengatakan bahwa fraksi volume yang paling tepat untuk penggunaan matriks termoplastik khususnya HDPE adalah 20 % - 40 %.

Dhia & Mahyudin, (2020)[10] tentang pengaruh komposisi polipropilena dengan pati talas terhadap sifat mekanik *polymer blend* berpenguat serat pinang mengatakan bahwa semakin acak arah serat dan menyebar ke setiap arah maka kekuatan dari setiap arah akan meningkat. Nilai kuat tarik tertinggi sampel didapat pada komposisi polipropilena dan pati talas 4,0:1,0 yaitu 14,00 MPa dan kuat tarik terendah pada komposisi 3,5:1,5 sebesar 12,33 MPa. Pengaruh komposisi polipropilena dan pati talas terhadap kuat tarik sampel dengan penambahan serat dapat dilihat pada Gambar 2.1.

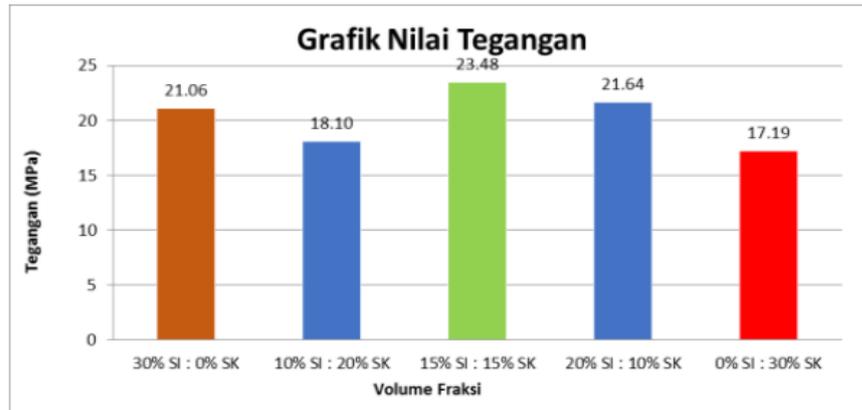


Gambar 2.1 Pengaruh komposisi polipropilena dan pati talas terhadap kuat tarik sampel dengan penambahan serat [10]

Di penelitian lain yang dilakukan Ilham, Bakri, (2019)[6] tentang sifat kuat tarik material komposit hibrid berpenguat serat ijuk dan sabut kelapa dengan orientasi serat acak pada fraksi volume serat 30% dan matriks 70%, mendapatkan hasil yaitu pada komposit hibrid serat ijuk dan sabut kelapa dengan (15% serat ijuk : 15% serat sabut kelapa) memiliki nilai kekuatan tarik paling tinggi yaitu 23,48 Mpa, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah didapat pada fraksi volume (0% serat ijuk : 30% serat sabut kelapa) yaitu sebesar 17,19 Mpa. Untuk nilai regangan komposit hibrid serat ijuk dan sabut kelapa tertinggi terdapat pada fraksi volume (20% serat ijuk : 10% serat sabut kelapa) sebesar 31,49%, untuk nilai regangan terendah terdapat pada fraksi volume (30% serat ijuk : 0% serat sabut kelapa) sebesar 27,38%. Serta nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada fraksi volume (30% serat ijuk : 0% serat sabut kelapa) dengan nilai 79,04 Mpa, dan terendah pada fraksi volume (0% serat ijuk : 30% serat sabut kelapa) memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 55,33 Mpa. Fraksi volume matriks serat ijuk dan serat sabut kelapa dapat dilihat pada tabel 2.1. Hubungan fraksi volume serat ijuk dan serat sabut kelapa terhadap kekuatan tarik komposit dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Tabel 2.1 Fraksi volume serat ijuk dan serat sabut kelapa [6]

No.	Fraksi volume serat ijuk (%)	Fraksi volume serat sabut kelapa (%)	Fraksi volume matriks (%)
1	30	0	70
2	10	20	70
3	15	15	70
4	20	10	70
5	0	30	70



Gambar 2.2 Hubungan Kekuatan Tarik Terhadap Fraksi Volume Serat Komposit Hibrid.[6]

Penelitian terkait penggunaan serat pisang kepok yang menggunakan perlakuan alkali untuk menghilangkan lapisan lignin seperti yang dilakukan Ojahan *et al.*, (2015)[16] dan Saputra *et al.*, (2018)[7] mengatakan bahwa perlakuan alkali terhadap serat alam khususnya serat batang pisang kepok yang paling baik untuk meningkatkan kekuatan tarik komposit adalah dengan perendaman Naoh 5% selama 2 jam.

Dilain penelitian terkait pemanfaatan serat pinang untuk pembuatan komposit yang dilakukan Kencanawati *et al.*, (2018)[18], Dhia & Mahyudin, (2020)[10] menyatakan bahwa perlakuan alkali terbaik untuk meningkatkan kekuatan tarik komposit berpenguat serat pinang adalah dengan merendam serat dengan larutan NaoH 5% selama 2 jam.

1.2. Dasar Teori

2.2.1. Komposit

Komposit berasal dari sebuah kata yaitu “*to compose*” yang memiliki arti yaitu menyusun atau menggabungkan. Komposit adalah salah satu material rekayasa dimana di dalam komposit ini terdiri dari dua jenis atau lebih bahan penyusun yang berbeda dan memiliki sifat mekanik yang lebih kuat dari bahan penyusunnya. Bahan pembuat atau penyusun komposit memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda satu dengan yang lainnya. Komposit memiliki dua bagian utama yaitu pengikat atau biasa disebut dengan matrik dan pengisi atau penguat (*reinforcement*) [9], [19].

Komposit terbentuk dari dua jenis material penyusun yang berbeda yaitu :

- 1) Penguat (*reinforcement*), yang mempunyai sifat kurang *ductile* tetapi lebih *rigid* serta lebih kuat.
- 2) Matrix, umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan dan *rigiditas* yang lebih rendah.

Komposit adalah sebuah material baru, yang dikembangkan dengan tujuan untuk mendapatkan suatu material yang mempunyai karakteristik tertentu yang diinginkan dari sebuah material komposit. Pengembangan ataupun pengetahuan akan material komposit sebenarnya telah ada beberapa ribu tahun yang lalu dengan memanfaatkan serat dari alam sebagai bahan penguat, sebagai contoh dinding bangunan tua di negara mesir terbuat dari tanah liat yang dicampur dengan jerami, bangunan ini diperkirakan berumur lebih dari 3000 tahun. Komposit memiliki sifat fisis ataupun mekanis yang berbeda –beda tergantung dengan material atau bahan penyusunnya [19], [20]. Secara umum Sifat dari sebuah komposit ditentukan oleh :

- 3) Sifat – sifat dari penguat (*rainforcement*)
- 4) Rasio perbandingan antara dengan matriks
- 5) Geometri dan orientasi penguat pada komposit

Sifat dari material komposit berbeda beda tergantung dengan sifat dan karakteristik bahan penyusunnya, komposit terdiri dari dua bahan utama yaitu matriks dan *rainforcement*. Penggunaan jenis matriks dan *rainforcemen* disesuaikan dengan tujuan pembuatan ataupun kegunaan dari komposit. sifat dari bahan penyusun suatu komposit sangat dipengaruhi oleh sifat dan distribusi dari unsur penyusun serta interaksi antar keduanya[16]. Pada suatu komposit terdapat dua bagian utama yaitu :

- a) Matriks

Matriks adalah salah satu bagian utama di dalam komposit matriks memiliki peranan yang penting yaitu sebagai pengikat yang bertujuan untuk mendukung melindungi serta mendistribusikan

beban ke material penguat. Karena tujuan dari matrik adalah untuk mendukung melindungi serta mendistribusikan beban ke material penguat, sifat dari matriks yang digunakan harus ideal dan kuat sesuai dengan material penguat yang digunakan. matrik dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting* [20], [21]. Matrik memiliki kegunaan sebagai berikut :

- 1) Mentransfer tegangan ke serat
- 2) Membentuk ikatan koheran, permukaan matriks/serat
- 3) Melindungi serat
- 4) Memisahkan serat
- 5) Melepas ikatan

b) *Rainforcement*

Rainforcement atau penguat adalah bagian suatu komposit yang memiliki fungsi sebagai penguat. *Rainforcement* memiliki berbagai macam bentuk salah satunya adalah serat (*fibre*). Serat dapat digolongkan menjadi dua yaitu serat sintesis dan serat alam, Serat sintesis memiliki berbagai macam jenis salah satunya adalah *fibreglass*, sedangkan serat alam sangat banyak jenisnya, namun dapat digolongkan menjadi dua yaitu serat tumbuhan dan serat hewan [22].

Dalam pemilihan serat penguat pada pembuatan komposit harus memperhatikan beberapa karakteristik dan sifat dari serat tersebut, yaitu:

- 1) Elongasi saat patah,
- 2) Kestabilan thermal,
- 3) Sifat tarik menarik (adhesi) antara *fibreglass* dan matriks,
- 4) Dinamik *behavior*,
- 5) Harga dan biaya produksi.

Polimer adalah suatu material yang dapat didefinisikan sebagai suatu rangkaian panjang molekul, mengandung satu atau lebih dari pengulangan atom-atom yang digabungkan oleh ikatan kovalen yang kuat [20]. Polimer adalah salah satu material matriks dalam pembuatan komposit yang paling sering digunakan karena mudah dijumpai di pasar,

matriks polimer memiliki dua jenis yaitu polimer termoplastik dan *polymer termosetting*, *polymer termoplastic* adalah polimer yang tidak tahan terhadap perlakuan suhu yang tinggi, sedangkan polimer termosetting adalah jenis polimer yang tahan terhadap perlakuan suhu yang tinggi tanpa mengalami perubahan kekerasan [23], [7].

Polimer memiliki struktur yang lebih rumit dibanding jenis matriks lain seperti keramik dan logam, tetapi memiliki beberapa sifat khas yang menjadi keunggulannya yaitu :

- 1) Kemampuan cetak yang baik dalam temperatur cetak yang relatif rendah, sehingga mengurangi biaya pada pembuatan komposit bermatriks polimer.
- 2) Memiliki berat jenis yang rendah dibandingkan dengan keramik dan logam
- 3) Sebagian besar polimer merupakan bahan isolator listrik yang baik
- 4) Ketahan air dan zat kimia yang baik.
- 5) Beberapa bahan tahan terhadap abrasi.

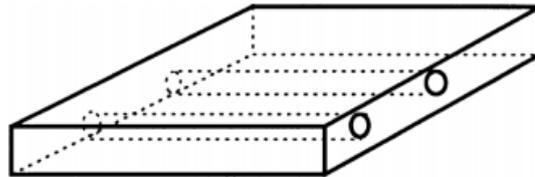
Polimer *termosetting* dan *termoplastic* terdedia dipasaran, keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan masing masing. Termoset lebih mudah untuk diproses sebagai pengikat serat penguat dibandingkan *termoplastic*, *termosetting* memiliki beberapa jenis yaitu Resin poliester, resin epoksi, resin vinil ester, fenolik, poliuretan dll. Sedangkan termoplastik mempunyai ketahanan kimia yang lebih baik daripada *termosetting* dan dapat didaur ulang [24].

Komposit ditinjau dari jenis penguat yang digunakan dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu komposit serat (*fibrous composites*), komposit partikel (*particulate composites*) dan komposit lapis (*laminates composites*) [14].

a) Komposit Serat (*Fibrous Composites*)

Komposit jenis *fibrous composites* adalah komposit yang menggunakan penguat berbentuk serat (*fibres*), fungsi dari serat penguat adalah untuk menopang beban yang diterima oleh komposit, sehingga jenis serat yang digunakan sangat berpengaruh pada

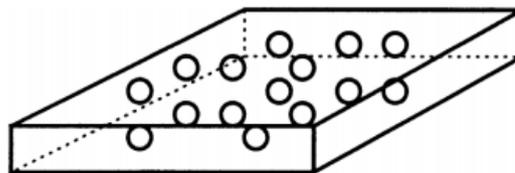
kekuatan komposit. *Fibre* pada komposit harus memiliki ukuran diameter yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran diameter bulk (matriks) tetapi harus lebih kuat dan memiliki *tensile strength* yang lebih tinggi dibandingkan dengan bulk (matriks) [20], [14]. Bentuk atau gambaran dari Komposit Serat (*Fibrous Composites*) dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Komposit Serat [23].

b) Komposit Partikel (*Particulat Composites*)

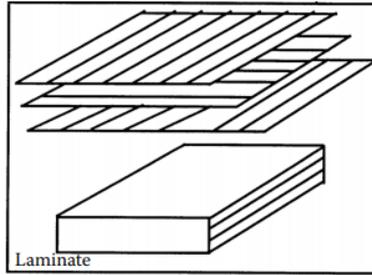
Komposit jenis *particulat composites* adalah komposit yang menggunakan penguat berbentuk partikel, keunggulan dari penggunaan bahan partikel sebagai penguat adalah dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasan, tahan aus, tidak mudah retak dan interface bounding yang kuat dengan matriks [14], [20]. Untuk bentuk atau gambaran dari komposit partikel (*Particulat Composites*) dapat dilihat pada Gambar 2.4.



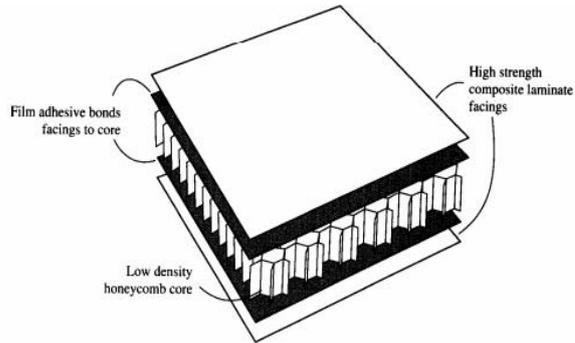
Gambar 2.4 Komposit Partikel [23].

c) Komposit Struktur (*Structural Composites*)

Adalah jenis komposit yang setidaknya memiliki dua jenis lapisan bahan yang berbeda yang berbentuk lembaran sebagai material penyusunnya. Komposit ini dibagi menjadi dua jenis yaitu *laminates structural* dan *sandwich structural* [14]. Untuk gambaran atau bentuk dari *laminates structural* dan *sandwich structural* dapat dilihat pada Gambar2.5 dan Gambar 2.6.

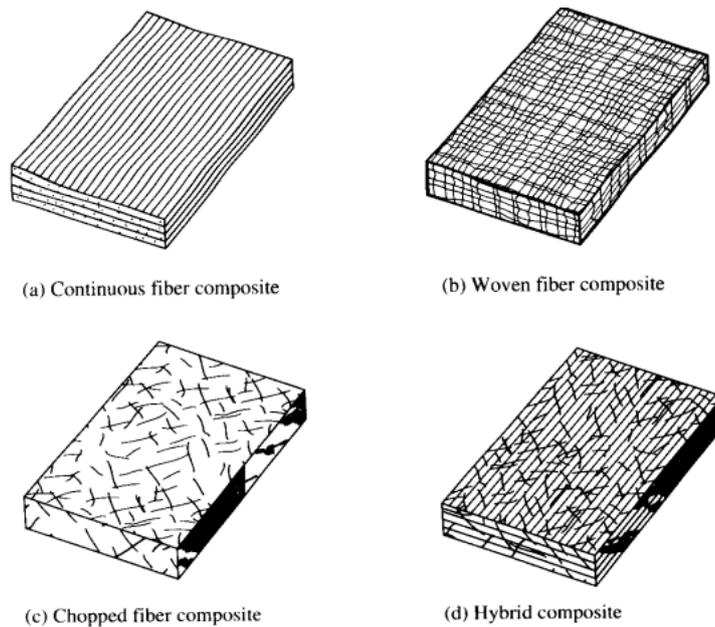


Gambar 2.5 *Laminates Structural* [23]



Gambar 2.6 *Sandwich Structural*[25]

Ditinjau dari bentuk dan orientasi serat komposit dapat digolongkan menjadi 4 yaitu *Continuous Fibre Composite*, *Woven Fibre Composites*, *Chopped Fibre Composite*, *Hybrid Composite* [25]. Untuk klasifikasi komposit berdasarkan bentuk dan orientasi serat dapat dilihat pada Gambar2.7.



Gambar 2.7 Jenis komposit berpenguat serat [25].

Dalam proses pembuatan komposit perbandingan bahan yang digunakan yaitu matriks dan serat penguat sangat penting untuk diperhatikan, perbandingan tersebut bisa menggunakan fraksi massa atau fraksi volume. Fraksi volume (%) adalah salah satu parameter yang harus diperhitungkan dalam pembuatan komposit, dimana fraksi volume adalah suatu parameter yang mengatur pperbandingan antara bahan penyusun komposit yang akan digunakan seperti *rainforcement* dan penguat. Rumus fraksi volume seperti yang dikatakan oleh [15] adalah : Fraksi Volume dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$V_c = V_f + V_m = \frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m} \dots\dots\dots (2.1)$$

Jika diketahui massa serat dan matrik, serta density serat dan matrik, maka fraksi volume dan fraksi massa serat dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$v_f = \frac{W_f / \rho_f}{W_f / \rho_f + W_m / \rho_m} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$v_m = \frac{w_m / \rho_m}{w_f / \rho_f + w_m / \rho_m} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$W_f = \frac{\rho_f v_f}{\rho_f v_f + \rho_m v_m} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$W_m = \frac{\rho_m v_m}{\rho_f v_f + \rho_m v_m} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

V_c = Volume komposit (cm³)

V_f = Volume *filler* (cm³)

V_m = Volume matriks (cm³)

m_m = Massa matriks (gr)

m_f = Massa *filler* (gr)

ρ_f = massa jenis filler (gr/cm³)

ρ_m = massa jenis matriks (gr/cm³)

v_f = *Fraksi volume filler* (%)

v_m = *Fraksi volume matriks* (%)

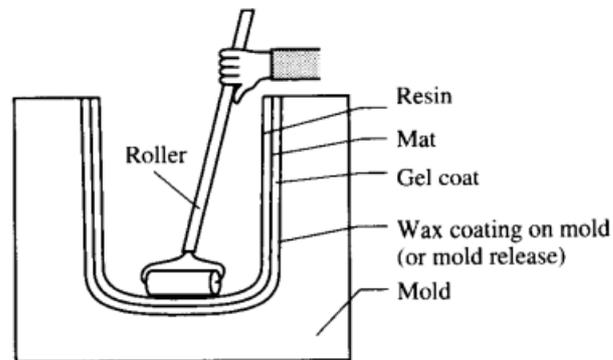
w_f = Fraksi berat filler (%)

w_m = fraksi berat matriks (%)

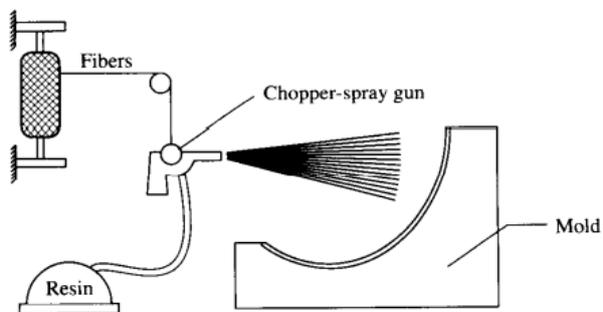
Dalam pembuatan komposit ada beberapa metode fabrikasi yang dapat digunakan. Pemilihan metode dalam pembuatan komposit bergantung pada bahan konstituen yang digunakan terutama bahan pengikat atau matriks [25].

a) *Open Molding*

Open molding adalah metode pembuatan komposit yang menggunakan molding atau cetakan terbuka, ada dua jenis metode open molding yaitu *Hand Lay-Up* and *Spray-Up*. Metode open molding ini digunakan untuk pengembangan produk, fabrikasi prototipe dan pembuatan komponen besar dengan jumlah yang sedikit [25]. Untuk mekanisme metode *Hand Lay-Up* dapat dilihat pada Gambar 2.8 dan mekanisme metode *Spray-Up* dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.8 Mekanisme *Hand Lay-Up* [25]



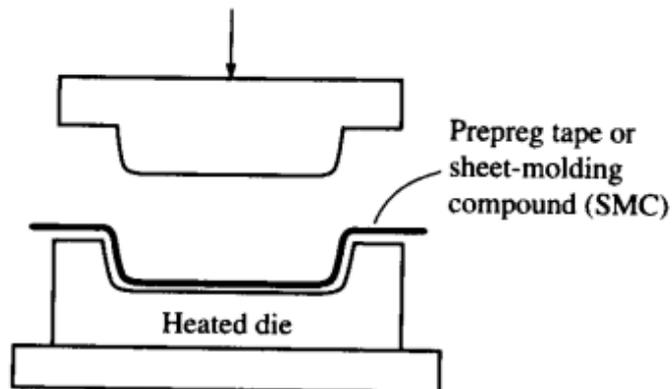
Gambar 2.9 Mekanisme *Spray-Up* [25]

b) *Close Molding*

Dalam *metode* pembuatan komposit menggunakan *close molding*, *molding* yang digunakan dalam proses ini tertutup sesuai dengan namanya. *Close molding* memiliki berbagai jenis antara lain adalah *compression molding*, *resin transfer molding* dan *pultrusion*.

1) *Compression molding*

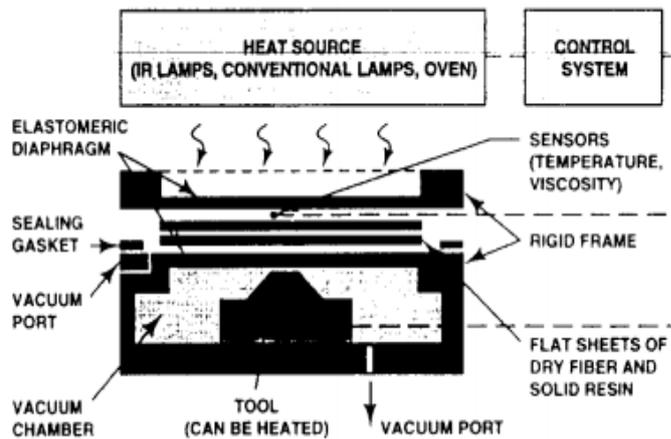
Metode ini menggunakan *mold* tertutup dengan tekanan yang tinggi hingga mencapai 1000 Psi. Proses pembuatan komposit dengan metode ini dilakukan dengan menempatkan penguat berbentuk lembaran yang ditambahkan matrik kemudian ditekan atau dikompresi pada suhu lingkungan dengan tekanan dan kurun waktu tertentu hingga komposit mengeras [26], [7]. Untuk mekanisme metode *Compression molding* dapat dilihat pada Gambar 2. 10.



Gambar 2.10 Mekanisme *Compression Molding* [25].

2) *Resin Transfer Molding (RTM)*

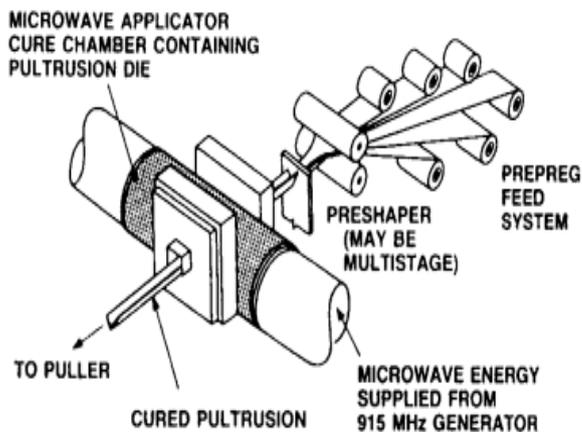
Pada metode ini serat penguat atau *rainforcement* berbentuk lembaran diletakkan pada sebuah *mold* kemudian ditambahkan resin berviskositas rendah dengan tekanan 50 - 100 Psi hingga resin memenuhi seluruh rongga *mold* dan meresap pada lembaran penguat [7], [26]. Untuk mekanisme metode *Resin Transfer Molding (RTM)* dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Mekanisme *Resin Transfer Molding* [26]

3) *Pultrusion*

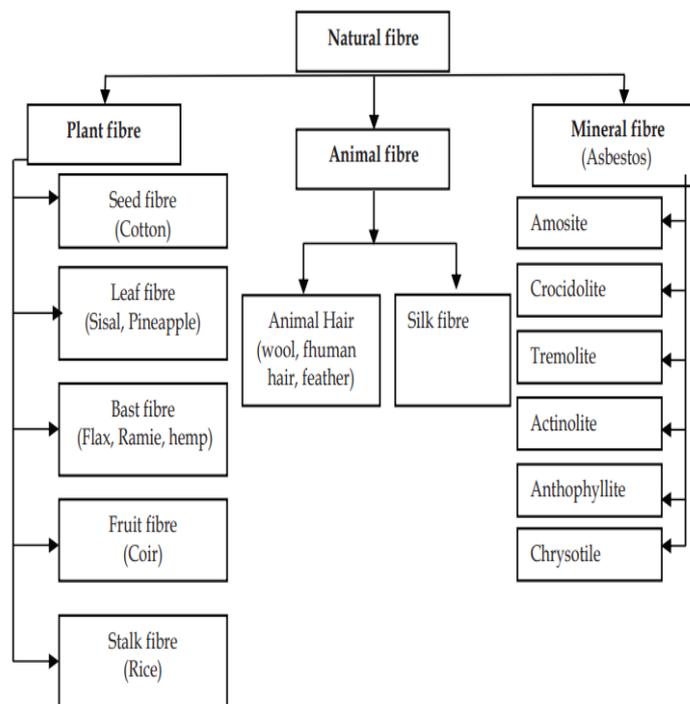
Metode ini digunakan untuk pembuatan konstruksi dari bahan komposit, pembentukan yang dilakukan antara resin dan serat berlangsung secara kontinyu. material pengisi atau penguat yang digunakan biasanya tidak beraturan dan terlalu fleksibel untuk didorong, sehingga bahan pengisi harus diletakan pada performing shapers dan guiders untuk membentuk karakteristiknya, proses pelapisan material penguat dengan dilapisi resin dilakukan pada resin bath atau wet out, di dalam resin bath atau wet out ini serat dilapisi dengan resin dan terjadi proses *curing* hingga komposit berubah menjadi padat [7]. Untuk mekanisme Pultrusion dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Mekanisme *Pultrusion* [26]

2.2.2. Serat Alam

Serat alam adalah serat yang bisa didapatkan dari alam, serat alam bisa berasal dari tumbuh-tumbuhan, hewan dan mineral. Penggunaan serat alam sebagai bahan penguat (*rainforcement*) memiliki banyak sekali keuntungan antara lain kekuatan spesifik dan modulusnya yang tinggi, memiliki densitas rendah, murah, tersedia dalam jumlah yang banyak di alam dan *biodegradable* [14]. Serat alam biasanya memiliki kandungan kimia berupa selulosa, hemiselulosa, lignin dan pektin. Berdasarkan sumbernya serat alam dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu serat tanaman (*Plant Fibres*), serat hewan (*Animal Fibres*) dan serat mineral (*Mineral Fibres*) [27]. Klasifikasi serat alam dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Klasifikasi Serat Alam[27]

a. Serat Tanaman (*Plant Fibres*)

Serat Tanaman (*Plant Fibres*) adalah serat alam yang dapat diambil dari berbagai jenis tumbuhan seperti pisang, pinang, rami, nanas, katun, kelapa dan pandan. Kandungan dalam serat tumbuhan tersusun dari selulosa, hemiselulosa dan lignin [2], [27].

b. Serat Hewan (*Animal Fibres*)

Serat hewan biasanya diambil dari rambut atau bulu hewan contohnya adalah bulu atau rambut manusia, wol dan sutra. Serat hewan biasanya tersusun atas protein-protein [2], [4]

c. Serat Mineral (*Mineral Fibres*)

Serat mineral adalah jenis serat alam yang diambil dari mineral alam yang dinjadi serat. Salah satu contoh serat mineral yang sering digunakan dalam pembuatan komposit adalah asbestos, asbestos saat ini adalah satu-satunya mineral yang dapat diambil dalam bentuk serat yang panjang. Kandungan penyusun asbestos di dalam struktur molekulnya adalah silikon dan oksigen . keuntungan dari penggunaan asbestos adalah tahan terhadap api dan isolator yang baik [27], [2].

2.2.3. Serat Batang Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca*)

Serat batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca*) termasuk kedalam jenis serat Serat Tanaman (*Plant Fibres*) yang memiliki sifat mekanis cukup baik, serat di ambil dari batang pisang dengan memisahkan antara serat dan partikel lainnya. Serat batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca*) tersedia sangat banyak di alam indonesia, karena indonesia termasuk kedalam negara agraris yang mayoritas penduduknya bekerja sebagai petani dan salah satu komoditas unggulannya adalah pisang [9]. Kandungan dari Serat batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca*) dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kandungan serat batang pisang kepok [9]

Selulosa	63-64 %
Hemiselulosa	20 %
Lignin	5 %

2.2.4. Serat Pinang (*Areca catechu L.*)

Serat pinang (*Areca catechu L.*) termasuk kedalam serat alam jenis serat tanaman (*Plant Fibres*), serat didapatkan dari kulit buah pinang yang telah dipisahkan dari bijinya. Pohon pinang termasuk kedalam jenis tanaman keluarga *Arecaceae* yang mudah ditemui di alam indonesia

[17]. Kandungan dari Serat pinang (*Areca catechu L.*) dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kandungan Serat Pinang [17]

Selulosa	53,20 %
Hemiselulosa	32,98 %
Lignin	7,20 %
<i>Fat & wax</i>	0,64 %
<i>Ash</i>	1,05 %
Bahan lain	3,12 %

2.2.5. Uji Tarik

Salah satu bentuk pengujian -*Strain Test* yang paling umum adalah pengujian tarik (*Tension Test*). Pengujian tarik dapat digunakan untuk mengetahui kekuatan mekanik suatu bahan atau spesimen uji yang sangat diperlukan dalam rekayasa teknik dan desain suatu produk. Pengujian tarik dilakukan dengan memberikan pembebanan gaya sesumbu pada spesiment yang telah dijepit di alat uji tarik hingga spesimen uji mengalami pertambahan panjang sampai akhirnya mengalami patah [27], [14], [7]. Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan mekanik suatu bahan yaitu kekuatan tarik (*Tensile Strenght*) dan regangan pasca pembebanan (*Tensile Strain*).

a) *Tensile Strenght*

Tensile Strenght adalah gaya per unit luas penampang spesimen uji yang menerima pembebanan. *Tensile Strenght* dapat dihitung dengan persamaan :

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

- σ = *Tensile Strenght* (MPa)
- F = Pembebanan gaya yang diberikan (N)
- A_0 = Luas penampang spesimen mula – mula sebelum diberikan pembebanan (m²)

b) *Tensile Strain*

Tensile Strain adalah ukuran perubahan atau pertambahan panjang spesimen uji tarik setelah dilakukan pembebanan. Besaran *Tensile Strain* dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\varepsilon = \frac{l_i - l_o}{l_o} = \frac{\Delta l}{l_o} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

- ε = *Engineering strain* atau regangan
- l_i = Panjang mula – mula spesimen sebelum penarikan (mm)
- l_o = Panjang setelah penarikan (mm)
- Δl = Pertambahan panjang (mm)

Dari dua persamaan tersebut dapat dihasilkan modulus young dengan persamaan :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

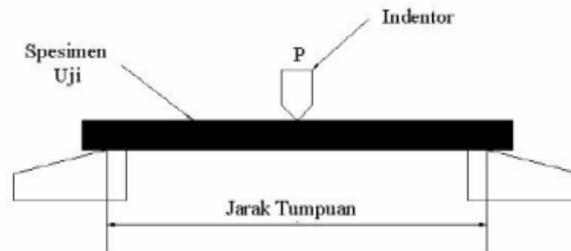
- E = Modulus *young* (N/mm²)
- σ = Kekuatan tarik (N/mm²)
- ε = *Engineering strain* atau regangan

2.2.6. Uji *Bending*

Pengujian *bending* merupakan salah satu pengujian tegangan regangan yang seringkali dilakukan pada suatu material. Pengujian *bending* dilakukan untuk mengetahui kekuatan deformasi dari suatu material dalam bentuk spesimen. Untuk mengetahui kekuatan bending suatu material pengujian *bending* dilakukan dengan cara penekanan menggunakan gaya dari luar secara bertahap pada material sampai terjadi kegagalan (*failure*) [28].

Pengujian *bending* sendiri terbagi menjadi dua jenis berdasarkan pemberian bebannya. Kedua jenis pengujian bending tersebut adalah *four point bending* dan *three point bending*. Perbedaan antara kedua jenis pengujian tersebut terdapat pada mekanisme pemberian bebannya. Untuk *three point bending* menggunakan satu buah batang pemberi

beban sedangkan pada *four point bending* terdapat dua buah batang yang memberikan beban. Pengujian bending yang serriing digunakan adalah *bending three point*. Mekanisme bending three point dapat dilihat paada Gambar 2.14..



Gaambar 2.14 Mekanisme Pengujiann *Bending Three Point* [28]

Adapun perhitungan kekuatan *bending* dengan menggunakan metode *bending three point* dirumuskan sebagai berikut :

Rumus momen *bending*

$$M_b = \frac{F L}{2} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$M_b = \frac{1}{4} FL \dots\dots\dots (2.10)$$

Rumus kekuatan *bending*

$$\sigma_b = \frac{M.Y}{I} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$\sigma_b = \frac{\frac{1}{4}FL\frac{1}{2}d}{\frac{1}{12}bd^2} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$\sigma_b = \frac{\frac{1}{8}FLd}{\frac{1}{12}bd^3} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\sigma_b = \frac{3FL}{2bd^2} \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan :

σ_b = Tegangan *bending* (Mpa)

d = Tebal spesimen (mm)

F = Beban (N)

M = Momen *bending*

L = Panjang jarak tumbuan (mm)

Y = Jarak titik pusat

b = Lebar spesimen (mm)

I = Momen inersia

2.2.7. Uji Densitas

Pengujian densitas memiliki tujuan untuk mengetahui nilai massa jenis suatu material dalam bentuk spesimen uji [28]. Pengujian densitas pada komposit bisa dilakukan menggunakan metode biasa karena dimensi dari sampel uji dapat di ukur secara manual. Pengujian dilakukan dengan menimbang sampel komposit yang akan di uji kemudian dilakukan pengukuran dimensi sampel, setelah data sampel didapat yaitu berupa masa dan volume dapat dilakukan perhitungan dengan membagi massa yang di dapat dengan volume yang sudah di ukur.

Perhitungan densitas komposit dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

ρ = Densitas (g/cm³)

m = Massa (g)

V = Volume (cm³)

1.3. Tabel Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang pernah dilakukan dan akan dijadikan referensi dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.4 Tabel Penelitian terdahulu

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Isi/hasil penelitian
1	[15]Achmad Nurhidayat (2013)	PENGARUH FRAKSI VOLUME PADA PEMBUATAN KOMPOSIT HDPE LIMBAH-CANTULA DAN BERBAGAI JENIS PEREKAT DALAM PEMBUATAN LAMINATE	Fraksi volume yang paling tepat untuk penggunaan matriks termoplastik khususnya unyuk komposit HDPE adalah 20 % - 40 %.
2	[10]Husna Dhia & Alimin Mahyudin (2020)	Pengaruh Komposisi Polipropilena dengan Pati Talas terhadap Sifat Mekanik <i>Polymer Blend</i> Berpenguat Serat Pinang	Semakin acak arah serat dan menyebar ke setiap arah maka kekuatan dari setiap arah akan meningkat. Nilai kuat tarik tertinggi sampel didapat pada komposisi polipropilena dan pati talas 4,0:1,0 yaitu 14,00 MPa dan kuat tarik terendah pada komposisi 3,5:1,5 sebesar 12,33 MPa.
3	[6]Ilham, Bakri, & Ramang Magga (2019)	SIFAT KUAT TARIK MATERIAL KOMPOSIT HIBRID BERPENGUAT SERAT IJUK DAN SABUT KELAPA DENGAN ORIENTASI SERAT ACAK	Komposit hibrid dibuat menggunakan fraksi volume matriks 70% dan fraksi volume serat 30 % dengan lima variasi fraksi folume serat didapatak nnilai uji tarik tertinggi pada (15% serat ijuk : 15% serat sabut kelapa) yaitu 23,48 Mpa, regangan tertinggi pada (20% serat ijuk : 10% serat sabut kelapa) sebesar 31,49% dan modulus elastisitas tertinggi pada (30% serat ijuk : 0% serat sabut kelapa) dengan nilai 79,04 Mpa.
4	[7]Bagos Aji Saputra, Sutrisno, dan Sudarno(2018)	PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT PELEPAH PISANG SEBAGAI PENGUAT KOMPOSIT POLIMER DENGAN MATRIKS RESIN <i>POLYESTER</i> TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN DAYA SERAP AIR	Perlakuan alkali terhadap serat alam khususnya serat batang pisang kepok yang paling baik untuk meningkatkan kekuatan tarik komposit adalah dengan perendaman Naoh 5% selama 2 jam.
5	[18] CIPK Kencanawati , I Ketut Gede Sugita, NPG Suardana, I W Budiassa Suyasa(2018 /	Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Serat Kulit Buah Pinang	Perlakuan alkali terbaik untuk meningkatkan kekuatan tarik komposit berpenguat serat pinang adalah dengan merendam serat dengan larutan NaoH 5% selama 2 jam.