

www.itk.ac.id

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini kajian pustaka dan dasar teori ini dijelaskan mengenai keterkaitan beberapa referensi dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Bab 2 ini meliputi beberapa aspek bahasan, diantaranya: rekayasa material, komposit, poliester, katalis, *fiberglass*, metode *hand lay up*, pengujian tarik, pengujian *bending*, perhitungan *void* dan penelitian terdahulu.

2.1 Rekayasa Material

Dalam mempelajari material teknik terdapat dua istilah yang sering digunakan, yaitu ilmu material (*material science*) dan rekayasa material (*material engineering*). Ilmu material (*material science*) adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari eksplorasi (karakteristik, pengetahuan tentang struktur) dari suatu material sehingga bisa diketahui sifatnya (mekanik, elektrik, fisik, dll.). Sedangkan rekayasa material (*material engineering*) mempelajari dasar hubungan antara struktur dan sifat bahan, kemudian memanfaatkannya untuk mendesain struktur bahan yang memiliki sifat-sifat yang diinginkan (Kurniawan, 2020).

Dalam bidang rekayasa, dimana kekuatan mekanik dan kekakuan merupakan persyaratan utama, istilah komposit dikaitkan dengan material yang mengkombinasikan fasa matrik dengan campuran filamen yang berfungsi sebagai fasa penguat. Komposit dikembangkan dari gagasan sederhana dan praktis, dimana dua atau lebih material homogen dengan sifat sangat berbeda digabungkan.

(Smallman, 2000)

2.2 Komposit

Material komposit dapat didefinisikan sebagai perpaduan atau gabungan antara dua material atau lebih untuk mendapatkan sifat mekanik yang lebih baik dari material penyusunnya. Berbeda dengan logam, material penyusun pada

www.itk.ac.id

komposit ini tetap mempertahankan masing-masing sifat fisik, kimiawi maupun sifat mekanik satu sama lainnya (Campbell, 2010).

Komposit mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan bahan logam, berikut adalah beberapa keunggulan material komposit (Jones, 1999),

1. Bahan komposit dapat dirancang dengan kekuatan dan kekakuan tinggi, sehingga dapat memberikan kekuatan dan kekakuan spesifik yang melebihi sifat logam.
2. Memiliki sifat kekakuan dan kekuatan yang baik.
3. Komposit mempunyai daya redam yang baik.
4. Komposit memiliki sifat tahan korosi.
5. Bahan komposit dapat memberikan penampilan dan memiliki kehalusan permukaan yang lebih baik.

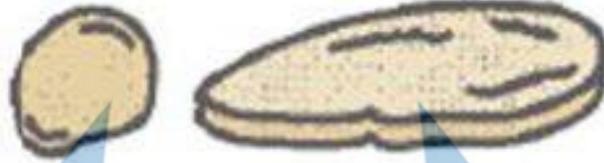
Pada umumnya komposit terdiri dari dua unsur penyusun yaitu *reinforcement* atau *filler* sebagai bahan pengisi ataupun penguat dan *matrix* sebagai bahan pengikat (Schwartz, 1984).

2.2.1. Reinforced (Penguat)

Penambahan serat kedalam matriks dalam pembuatan komposit bertujuan untuk meningkatkan sifat-sifat mekanik melalui penyebaran tekanan yang efektif di antara serat dan matriks, disamping mengurangi biaya serta memperbaiki sifat-sifat produk. Bahan komposit serat mempunyai keunggulan yang utama yaitu *strong* (kuat), *stiff* (tangguh), dan lebih tahan terhadap panas pada saat didalam matriks (Hasbi, 2016).

2.2.1.1 Particulate (Partikulat)

Partikulat dibedakan berdasarkan ukurannya, dari skala mikro ke makro. Distribusi partikulat pada matriks komposit biasanya acak dengan kekuatan dan sifat lainnya biasanya isotropik. Mekanisme penguatan tergantung pada ukuran partikulat. Ukuran mikro atau serbuk yang sangat halus dan makro atau *flake* (serpihan). Sifat penguat serbuk pada matriks komposit akan meningkatkan kekuatan dan mencegah pergerakan dislokasi karena terlokalisasi pada serbuk. Sifat penguat serpihan akan mendistribusi sebagian beban ke matriks (Groover, 2013).



Gambar 2. 1 Penguat komposit jenis serbuk halus (*powder*) dan serpihan (*flake*) (Groover, 2013)

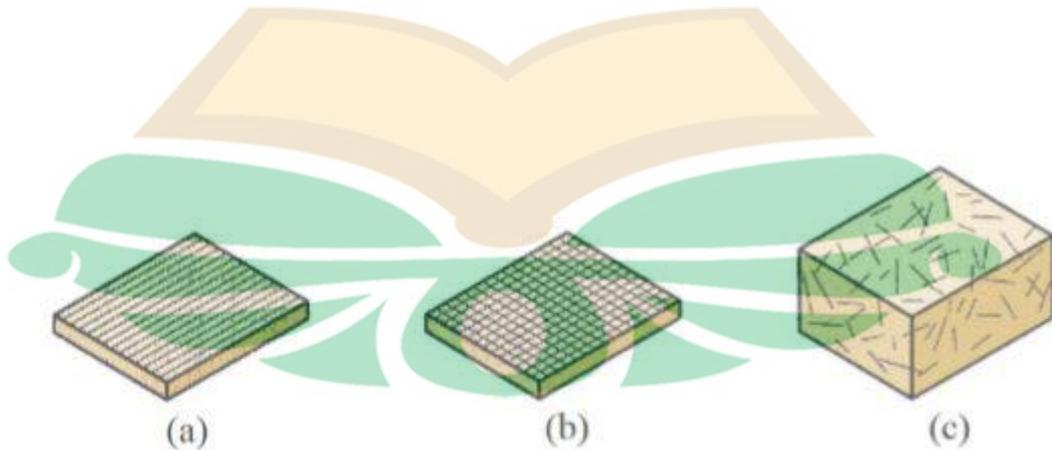
2.2.1.2 Fiber (Serat)

Serat merupakan filamen dari material penguat yang umumnya berbentuk silindris. Penguat serat memiliki sifat memikul bagian beban terbesar. Serat yang digunakan dalam penguat komposit dapat berupa *continuous* atau *short*. Serat *continuous* memiliki karakteristik panjang (tanpa dipotong – potong) dengan sifat kekuatan dan kekakuan paling optimal dibanding serat pendek (*short*). Hal ini dikarenakan adanya titik perpotongan (bagian yang kosong tanpa serat) sehingga konsentrasi tegangan terlokalisasi. Serat dapat disesuaikan berdasarkan orientasi.

(Groover, 2013)



Gambar 2. 2 Penguat komposit jenis serat (*fibre*) (Groover, 2013)

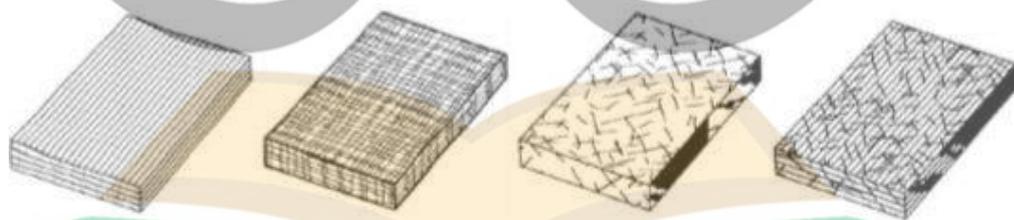


Gambar 2. 3 Orientasi serat pada komposit (a) satu arah, (b) dua arah dan (c) pendek acak (Groover, 2013)

Secara umum serat terdiri dari 2 jenis yaitu serat alam dan serat sintetis. Serat alam adalah serat yang dapat langsung diperoleh dari alam, biasanya berupa serat organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan binatang. Beberapa serat alam telah banyak digunakan oleh manusia, diantaranya yaitu serat rami, serat ijuk, serat aren, serat goni (kenaf), serat eceng gondok, serat nanas-nanasan dan serat sabut kelapa. Sedangkan serat sintetis yang sering digunakan manusia yaitu *fiberglass, carbon, nylon, graphite* dan *aluminium* (Bismarck, 2002).

Komposit serat merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau lapisan yang menggunakan penguat berupa serat (*fiber*) yang memiliki kekuatan dan kekakuan yang lebih besar dibandingkan matriksnya. Serat yang digunakan bisa berupa serat alam ataupun serat sintetis seperti *glass fiber, carbon fiber, aramid fiber*, dan sebagainya. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (*continuous fiber*) dan serat pendek (*short fiber* dan *whisker*). Jenis komposit serat terbagi menjadi 4 macam yaitu:

- a. *Continuous fiber composite* (komposit yang diperkuat dengan serat kontinu)
- b. *Woven fiber composite* (komposit yang diperkuat dengan serat anyaman)
- c. *Chopped fiber composite* (komposit yang diperkuat dengan serat pendek/acak)
- d. *Hybrid composite* (komposit yang diperkuat dengan serat kontinu dan serat acak).

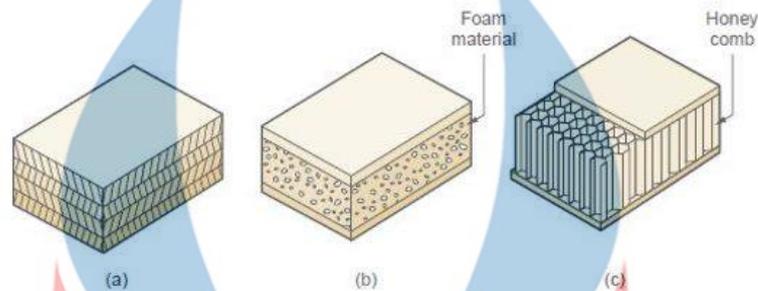


Gambar 2. 4 Jenis komposit serat (Gibson, 1994)

2.2.1.3 Structural (Struktural)

Model dari *reinforce* struktural berbeda dengan jenis sebelumnya. Jenis struktural merupakan bentuk alternatif dimana *reinforce* dibentuk kerangka sesuai dengan desain dan geometri (*sandwich*) atau dengan tumpukan yang berlapis-lapis dari lamina. Struktur laminat terdiri dari dua lamina atau lebih yang berikatan menjadi satu dengan orientasi yang berbeda. Struktur *sandwich* memiliki inti (*core*)

dengan sifat material densitas rendah dan kerangka yang terikat diantara penampangnya contohnya *foam* dan *honeycomb* (Groover,2013).



Gambar 2. 5 Penguat komposit jenis *structural* (a) laminat, (b) *sandwich foam core* dan (c) *sandwich honeycomb core* (Groover, 2013)

2.2.2 *Matrix* (Pengikat)

Matrix merupakan bahan pengisi komposit berfungsi untuk mengisi kekosongan rongga yang ada pada komposit. *Matrix* berfungsi untuk (Van Vlack, 1994) :

1. Mentransfer tegangan ke serat,
2. Melindungi serat,
3. Mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik,
4. Tetap stabil setelah proses manufaktur.

Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar. Syarat matriks yang digunakan harus mampu mempertahankan serat pada posisinya serta mampu mentransfer tegangan ke serat saat komposit dikenai beban. Matriks yang ditambahkan pada pembuatan komposit berfungsi untuk meningkatkan kekuatan, kekakuan, dan sekaligus sebagai perekat bahan komposit terhadap material lainnya. Pemilihan material matriks biasanya mempertimbangkan sifat-sifatnya, yaitu tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk dan tahan terhadap guncangan. Bahan matriks dapat berupa polimer, keramik, logam atau karbon (Gibson, 2012).

Matriks umumnya lebih *ductile* tetapi memiliki kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah. Syarat pokok matriks yang digunakan dalam komposit adalah matriks

harus bisa meneruskan beban, sehingga serat harus bisa melekat pada matriks dan kompetibel antara serat dan matriks, artinya tidak ada reaksi yang mengganggu.

(Diharjo dan Triyono, 2000)

2.3 Poliester

Resin poliester merupakan salah satu jenis matriks polimer *thermoset* yang paling banyak digunakan terutama dalam pembuatan komposit modern. Resin poliester mempunyai karakteristik yang khas yaitu transparan, tahan air, dapat diwarnai, fleksibel, tahan terhadap cuaca ekstrim, dan tahan kimia. Temperatur kerja poliester dapat mencapai 70°C atau lebih tergantung keperluannya. Waktu *curing* (pengerasan) pada poliester dapat dipercepat dengan cara menambahkan katalis. Kecepatan *curing* ditentukan oleh perbandingan dalam penambahan katalis.

(Schwartz, 1984)

Poliester memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Suhu deformasi termal *polyester* lebih rendah jika dibandingkan dengan resin termoset lainnya, karena *polyester* banyak mengandung monomer stiren.
2. Memiliki ketahanan panas kira-kira 110-140°C.
3. Relatif tahan terhadap asam kecuali asam pengoksid, tetapi lemah terhadap alkali.
4. Mudah mengembang dalam pelarut yang melarutkan polimer stiren.
5. Ketahanan terhadap cuaca sangat baik, khususnya terhadap kelembaban dan sinar UV.

Resin *polyester* merupakan resin yang paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi yang menggunakan resin termoset, baik itu secara terpisah maupun dalam bentuk material komposit.

Tabel 2. 1 *Typical Properties of Thermoset Polyester Resin* (Reis dkk, 2014)

<i>Properties</i>	<i>Polyester</i>
<i>Density</i> (g/cm ³)	1.09
<i>Tensile Strength</i> (Mpa)	40
<i>Modulus of Elasticity</i> (GPa)	3.3

<i>Flexural Strength (Mpa)</i>	45
<i>Maximum Elongation %</i>	1

Sumber : Reis dkk, 2014.

2.4 Katalis

Katalis adalah cairan yang sering digunakan pada proses pembuatan komposit. Fungsi dari katalis yaitu untuk mempercepat reaksi pengeringan dalam temperatur ruangan. Namun, pencampuran katalis kedalam resin harus sesuai aturan. Hal itu karena jika pencampuran katalis ke dalam resin terlalu banyak atau terlalu sedikit dapat merusak produk komposit, sebab cairan katalis akan menimbulkan panas dalam proses pengeringannya. Beberapa jenis katalis yang umum digunakan dalam pembuatan komposit yaitu katalis MEKPO, katalis MEPOXE, dan katalis *trigonax* (Kristianto, 2018). Fungsi dari katalis adalah mempercepat proses pengeringan (*curing*) pada bahan matriks suatu komposit. Semakin banyak jumlah katalis yang dicampurkan pada cairan matriks akan mempercepat proses laju pengeringan (May A. C, 1988).

Katalis digunakan untuk mempercepat pengerasan resin pada suhu yang tinggi. Semakin banyak katalis maka reaksi pengerasan resin akan semakin cepat tetapi terlalu banyak katalis bisa membuat resin getas dan rapuh. Oleh karena itu pemakaian katalis dibatasi sampai 1% dari volume resin (PT. Justus Kimia Raya, 2016).

2.5 *Fiberglass* (Serat Gelas)

Serat gelas merupakan serat yang paling sering digunakan untuk pembuatan komposit karena dinilai mempunyai sifat-sifat yang baik dan kekuatan yang tangguh. Sifat-sifat dari serat gelas yaitu tidak mudah terbakar, sebagai isolasi listrik yang baik, dan memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Serat gelas terdiri dari beberapa jenis, antara lain (Callister, 2007) :

1. Serat gelas A

Serat gelas jenis ini sangat jarang digunakan untuk bahan produksi *reinforcement agent* atau komposit dikarenakan memiliki kandungan alkali.

2. Serat gelas E

www.itk.ac.id

Serat gelas jenis ini memiliki kandungan kalsium, alumunium, hidroksida, borosilikat, pasir silica dan kandungan alkali yang rendah. Serat gelas ini memiliki kekuatan tarik, tekan, dan geser yang cukup tinggi sehingga memiliki fungsi sebagai isolator listrik yang baik, namun serat ini bersifat getas.

3. Serat gelas D

Serat gelas jenis ini mempunyai sifat dielektrik yang baik, sehingga banyak digunakan untuk bahan pembuatan elektronik.

4. Serat gelas R & S

Serat gelas jenis ini memiliki komposisi kimia yang berbeda. Kedua serat ini merupakan bahan penguat dengan kemampuan yang tinggi. Serat gelas ini sering digunakan sebagai *reinforcement agent* dalam pembuatan pesawat terbang. Serat gelas ini mempunyai massa jenis yang hampir sama dengan serat gelas E.

Biayanya yang murah, kekuatan tarik tinggi, ketahanan benturan tinggi, dan ketahanan kimia yang baik, serat kaca digunakan secara luas dalam aplikasi komposit. Meskipun ada banyak jenis serat kaca, tiga yang paling umum digunakan dalam komposit adalah *E-glass*, *S-2 glass*, dan kuarsa. *E-glass* adalah yang paling umum dan paling murah, memberikan kombinasi yang baik antara kekuatan tarik 500 ksi (3,5 GPa) dan modulus 10,0 msi (70 GPa) (Champbell, 2010).

Serat gelas mempunyai karakteristik yang berbeda antara satu dengan yang lain. Pada penggunaannya, serat gelas disesuaikan dengan sifat atau karakteristik yang dimilikinya. Serat gelas terbuat dari silica, alumina, lime, magnesia dan lain-lain. Keunggulan serat gelas terletak pada ratio (perbandingan) harga dan *performance* yaitu biaya produksi rendah dan proses produksi sangat sederhana. Serat gelas banyak digunakan di industri-industri otomotif seperti pada *body* kendaraan (Gundara, 2017).

www.itk.ac.id

Tabel 2. 2 *Properties of E-glass* (Callister, 2007)

<i>Properties</i>	<i>E-glass</i>
<i>Density (g/cm³)</i>	2.54
<i>Tensile Strength, MPa (Mpa)</i>	3450
<i>Tensile Modulus (GPa)</i>	72.4
<i>Strain to Failure %</i>	4.8

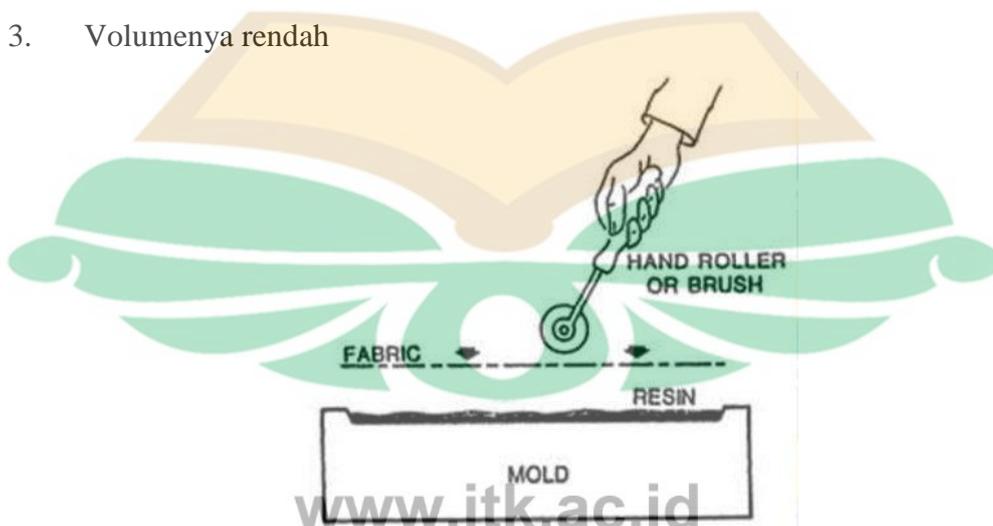
Sumber : Callister, 2007

2.6 *Hand Lay Up*

Hand lay-up merupakan metode yang paling sederhana sekaligus proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Adapun proses dari pembuatan dengan metode ini yaitu dengan cara menuangkan resin kedalam serat berbentuk anyaman, partikel atau lembaran, dan 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. Pada metode *hand lay up* ini resin yang paling banyak di gunakan adalah *polyester* dan *epoxy*.

Kelebihan penggunaan metode ini (Lee M. Stuart, 1993) :

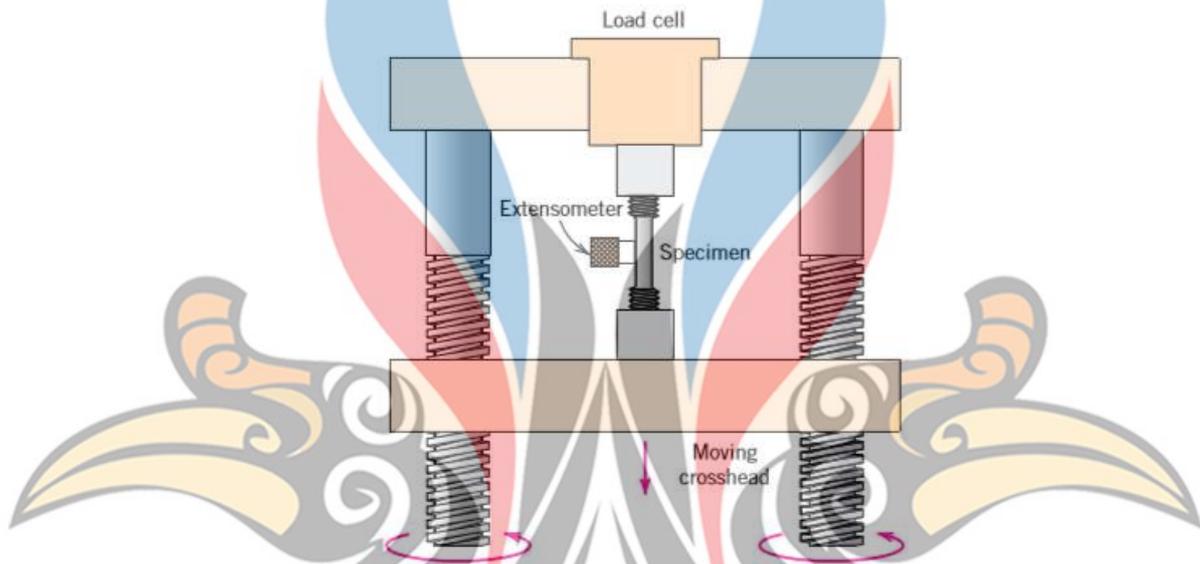
1. Mudah dilakukan
2. Cocok di gunakan untuk komponen yang besar
3. Volumanya rendah



Gambar 2. 6 Metode hand lay up (Lee M. Stuart, 1993)

2.7 Pengujian Tarik

Uji tarik merupakan suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan atau material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu (Askeland, 1985). Alat yang digunakan untuk menguji kekuatan tarik komposit ini menggunakan *Universal Testing Machine*. Proses penarikan suatu bahan akan diketahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap gaya tarikan dan dapat diketahui pertambahan panjangnya. Berikut adalah alat uji tarik,



Gambar 2. 7 Alat uji tarik (Callister, 2014)

Hasil dari pengujian tarik berupa *print-out* grafik hubungan beban dan pertambahan panjang. Berikut adalah rumus menghitung kekuatan tarik dan regangan dari pengujian tarik sebagai berikut:

1. *Tensile strength* atau kekuatan tarik dapat didefinisikan sebagai gaya per unit luas material yang menerima gaya tersebut.

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (2.1)$$

di mana F adalah beban sesaat yang diterapkan tegak lurus terhadap potongan melintang spesimen, dalam satuan newton (N) atau gaya pound (lbf), dan A_0 adalah luas penampang asli sebelum beban diterapkan (mm^2 atau in^2). Satuan tegangan teknik megapascal, MPa (SI) (di mana $1 \text{ MPa} = 106 \text{ N} / \text{mm}^2$), dan pound gaya per inci persegi, (psi).

2. *Tensile strain* adalah ukuran perubahan panjang suatu material setelah dilakukan uji tarik, sehingga dari hasil pengujian tarik dapat digunakan untuk mencari nilai regangan dari suatu material.

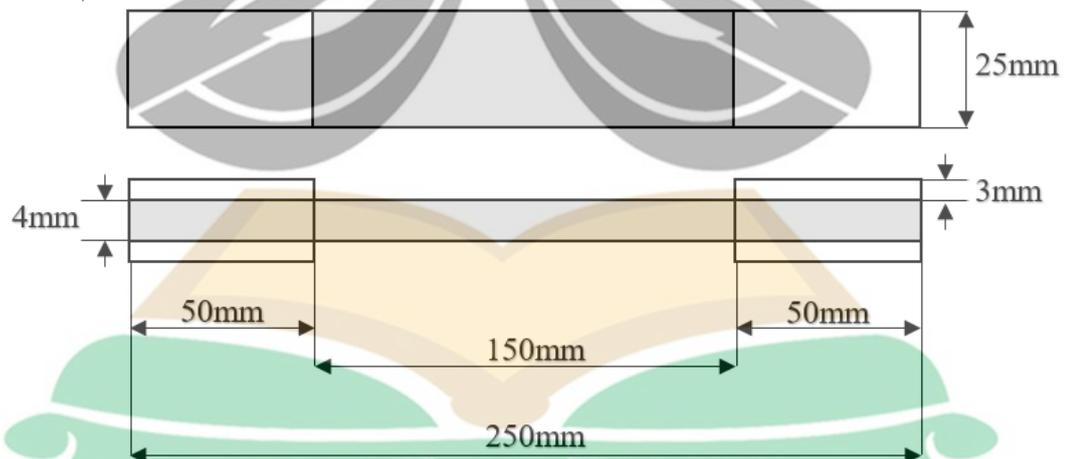
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{l_i - l_0}{l_0} \quad (2.2)$$

di mana l_0 adalah panjang awal sebelum beban diterapkan dan l_i adalah panjang sesaat. Kadang-kadang kuantitas $l_i - l_0$ dilambangkan sebagai ΔL dan merupakan pertambahan panjang akibat deformasi. Regangan teknik tidak memiliki satuan, tetapi meter per meter atau inci per inci sering digunakan, nilai regangan jelas tidak tergantung pada sistem unit. Kadang-kadang regangan juga dinyatakan sebagai persentase, di mana nilai regangan dikalikan dengan 100 (Callister, 2014).

3. Modulus elastisitas (*Young Modulus*) adalah perbandingan antara tegangan (*stress*) dengan regangan (*strain*).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.3)$$

dimana E adalah modulus elastisitas (MPa), σ adalah tegangan (MPa) dan ε adalah regangan.



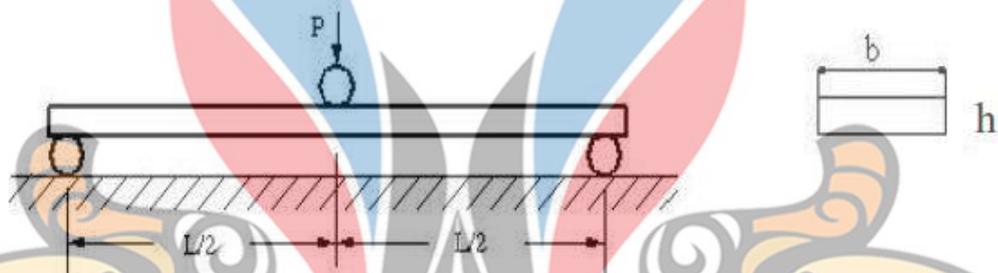
Gambar 2.8 Spesimen uji tarik (BKI, 2015)

2.8 Pengujian *Bending*

Pengujian *bending* merupakan pengujian yang dilakukan pada suatu material untuk mengetahui karakteristik *bending* dari material tersebut. Salah satu metode

dari pengujian *bending* yaitu *three point bending*. Pengujian *three point bending* dilakukan untuk mengetahui kekuatan lentur (*flexural stiffness*) komposit. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebuah spesimen berbentuk batang disangga pada kedua sisinya, kemudian diberikan beban diantara kedua penyangga tersebut sampai spesimen mengalami patah.

Idealnya spesimen uji *bending* akan mengalami kegagalan berupa patah atau *fracture* akibat adanya beban geser (*shear*). Pada bagian atas spesimen akan mengalami beban tekan dan pada bagian bawah spesimen akan mengalami beban tarik.



Gambar 2. 9 Pembebanan pada uji *three point bending* (ASTM D790)

Nilai kekuatan *bending* dapat dihitung dengan persamaan:

$$\sigma_b = \frac{M c}{I} \quad (2.4)$$

Dimana M, I, dan c dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$M = \frac{P L}{8} \quad (2.5)$$

$$I = \frac{b d^3}{12} \quad (2.6)$$

$$c = d \quad (2.7)$$

Substitusikan persamaan 2.5, 2.6 dan 2.7 ke dalam persamaan 2.4. dan didapatkan persamaan 2.8. Persamaan kekuatan *bending* (ASTM D790-03),

$$\sigma_b = \frac{3 P L}{2 b d^2} \quad (2.8)$$

Nilai modulus elastisitas *bending* dapat dihitung dengan persamaan:

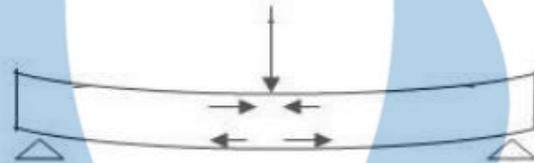
$$E_b = \frac{\sigma_b}{\varepsilon_b} \quad (2.9)$$

Dimana tegangan sudah menggunakan persamaan 2.8 dan regangan dihitung dengan persamaan berikut:

$$\varepsilon_b = \frac{6 D d}{l^2} \quad (2.10)$$

Kemudian substitusikan persamaan 2.8 dengan 2.10 dan didapatkan persamaan berikut (ASTM D-790-03):

$$E_b = \frac{6L^3 m}{4 b d^3} \quad (2.11)$$



Gambar 2. 10 Mekanisme kegagalan spesimen *bending* (Erwin, 2005)

Pada pengujian *bending*, umumnya terjadi patah diakibatkan oleh adanya gaya tekan dan gaya tarik yang terjadi pada spesimen uji. Pada bagian atas spesimen uji mengalami gaya tekan yang diakibatkan oleh beban yang diberikan oleh mesin dan bagian bawah spesimen uji mengalami gaya tarik akibat dari defleksi yang terjadi pada spesimen setelah diberikan beban. Dengan beban yang terus menerus diberikan, maka akan terjadi gaya geser sebelum terjadi kegagalan atau patah pada spesimen. Gaya geser tersebut terjadi pada interlaminer dan menyebabkan delaminasi pada spesimen, sehingga terjadi kegagalan pada spesimen *bending*.

(Erwin, 2005)



Gambar 2. 11 Spesimen uji *bending* (BKI, 2015)

2.9 Perhitungan 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 matriks sangatlah berbahaya, karena pada bagian tersebut penguat tidak didukung oleh

matriks, sedangkan penguat selalu akan mentransfer tegangan ke matriks. Hal seperti ini menjadi penyebab munculnya crack, sehingga komposit akan gagal lebih awal. Kekuatan komposit terkait dengan *void* adalah berbanding terbalik yaitu semakin banyak *void* maka komposit semakin rapuh dan apabila sedikit *void* komposit semakin kuat. *Void* juga dapat mempengaruhi ikatan antara partikel dan matriks, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matriks 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.

(Porwanto dkk, 2011).

Menurut ASTM D 2734-94, perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui kandungan *void* yaitu perhitungan teori densitas dan teori perhitungan *void*. Berikut merupakan persamaan yang akan digunakan pada perhitungan *void*,

$$T_d = \frac{100}{\frac{R}{D} + \frac{r}{d}} \quad (2.12)$$

Dimana T_d adalah teori densitas, R adalah fraksi berat matriks (%wt), D adalah densitas matriks, r adalah fraksi berat serat (%wt), dan d adalah densitas serat.

$$V = 100 \times \frac{(T_d - M_d)}{T_d} \quad (2.13)$$

Dimana V adalah kandungan *void* (volume %), T_d adalah densitas teori, dan M_d adalah densitas pengukuran komposit.

Menurut standar ASTM D2734-94 menjelaskan bahwa densitas resin, penguat, dan komposit diukur secara terpisah. Lalu, kandungan resin diukur dan kepadatan komposit teoritis dihitung. Kemudian dibandingkan densitas komposit yang diukur. Perbedaan densitas menunjukkan kandungan *void*. Komposit yang baik memiliki *void* 1% atau kurang sedangkan komposit yang buruk memiliki kandungan *void* yang jauh lebih tinggi.

2.10 Penelitian Terdahulu

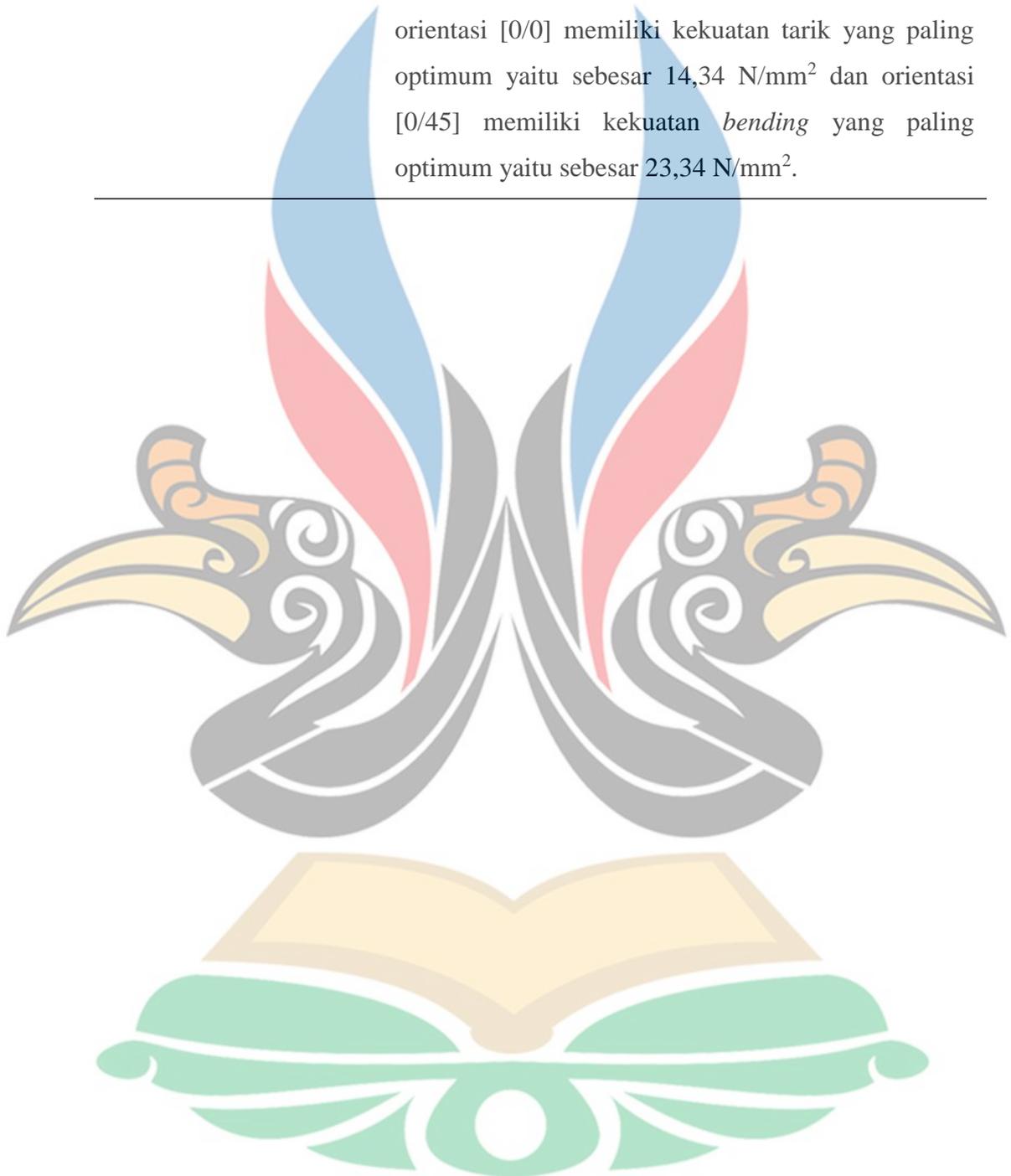
Berikut adalah rangkuman hasil penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan.

www.itk.ac.id
Tabel 2.3 Penelitian terdahulu

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
1	Nurudin, 2012	<p>Metode : melakukan penelitian menggunakan serat kulit pohon waru sebagai penguat dan matriks poliester sebagai pengikat dengan metode <i>hand lay up</i>. Penelitian ini menggunakan 4 layer serat dengan variasi orientasi serat yaitu [0/45/-45/0], [45/0/0/-45], dan [45/0/-45/0], yang kemudian dilakukan pengujian sifat mekanik berupa pengujian tarik dan <i>bending</i>.</p> <p>Hasil : dari hasil penelitian didapatkan bahwa variasi orientasi serat berdasarkan susunan laminasi tidak mempengaruhi kekuatan tarik komposit, namun mempengaruhi kekuatan <i>bending</i>-nya. Rata-rata nilai dari kekuatan tarik yang didapatkan dari ketiga variasi yaitu 66,46 MPa dan kekuatan <i>bending</i> didapatkan pada variasi orientasi [0/45/-45/0] yaitu sebesar 179,78 MPa</p>
2	Carli dkk, 2012	<p>Metode : menggunakan serat gelas <i>woven roving</i> sebanyak 6 lapisan yang dibuat dengan metode <i>hand lay up</i>. Variasi yang digunakan yaitu arah serat (0/90° dan ± 45°) dan variasi matriks (poliester dan epoxy).</p> <p>Hasil : dari hasil pengujian didapatkan kekuatan tarik tertinggi didapatkan pada variasi arah serat 0/90° dengan matriks poliester yaitu sebesar 119 MPa dan tegangan <i>bending</i> sebesar 1600 N/mm².</p>
3	Arsyad, 2014	<p>Metode : melakukan penelitian dengan menggunakan serat sabut kelapa sebagai penguat dan resin poliester sebagai pengikat. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit jenis lamina dengan variasi orientasi serat yaitu [0/0], [0/45], dan [0/90], yang</p>

www.itk.ac.id kemudian dilakukan pengujian kekuatan mekanik berupa pengujian tarik dan *bending*.

Hasil : dari hasil penelitian didapatkan bahwa orientasi [0/0] memiliki kekuatan tarik yang paling optimum yaitu sebesar 14,34 N/mm² dan orientasi [0/45] memiliki kekuatan *bending* yang paling optimum yaitu sebesar 23,34 N/mm².



www.itk.ac.id