

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian sebagai berikut :

1. Serat Sisal

Dalam penelitian ini, serat sisal digunakan untuk *filler* komposit yang dibeli dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) Malang, Jawa Timur dengan densitas 1,03-1,45 g/cm³, kekuatan tarik 400-700 MPa dan modulus elastisitas 7-15,8 GPa.



Gambar 3.1 serat sisal

2. Serat Abaka

Serat abaka digunakan sebagai bahan penguat (*filler*) dengan densitas 1,4 g/cm³, kuat tarik 270-600 MPa, dan elongation at break 1,6%. Serat tersebut dibeli dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) di Malang, Jawa Timur.



Gambar 3.2 serat abaka

3. Serat Karbon

Serat karbon dipergunakan sebagai bahan penguat yang yang dibeli di situs melalui online *aliexpress* pada toko *Hobbyover*, China dengan spesifikasi serat karbon Toray T700sc 12000-50C Carbon Fibre, ukuran benang 12000, densitas $1,8 \text{ g/cm}^3$, kuat tarik $4902,17 \text{ MPa}$ (711 KSI), modulus elastisitas 260 GPa (36 MSI), tegangan 2,1 %, berat 800 gram dan panjang 1250 m.



Gambar 3.3 serat karbon

4. *High Density Polyethylene* (HDPE)

HDPE digunakan sebagai bahan pengikat (matriks) komposit yang dibeli di toko plastik di jalan gatak taman tirto kasihan Bantul Yogyakarta dengan densitas $0,94\text{-}0,97 \text{ g/cm}^3$, modulus elastisitas $0,8 \text{ GPa}$ dan kekerasan 56 MPa .

5. *Natrium Hidroksida* (NaOH)

Dipergunakan dalam proses alkalisasi serat sisal dan serat abaka dengan spesifikasi *Natrium hidroksida* (NaOH) penampilan zat padat putih seperti butiran pellet, massa molar $39,9971 \text{ g/mol}$, densitas $2,1 \text{ g/cm}^3$, titik lebur $318 \text{ }^\circ\text{C}$ (591 K), titik didih $1390 \text{ }^\circ\text{C}$ (1663 K), kelarutan dalam air, $111\text{g}/100 \text{ ml}$ ($20 \text{ }^\circ\text{C}$), dan kebasaaan ($\text{p}K_b$) $-2,42$ yang dibeli di Progo Mulyo Yogyakarta.

6. Asam Asetat

Asam asetat digunakan sebagai penetralisir sisa larutan NaOH pada serat abaka dan serat sisal yang bersifat basa, spesifikasi dari Asam asetat yaitu rumus kimia $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, penampilan cairan tidak berwarna atau kristal dengan massa molar $60,05 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, densitas $1,049 \text{ g/cm}^3$, titik lebur 289-

290 K, titik didih 391-392 K, kelarutan dalam air dapat tercampur, $\log P$ - 0,322, tekanan uap 1,5 kPa (20 °C), keasaman (pK_a) 4,76, kebasaan (pK_a) 9,24 (kebasaan ion asetat), indeks bias (n_D) 1,371, viskositas 1,22 mPa.s, dan momen dipol 1,74 D.

7. Aquades (H₂O)

Larutan aquades dipergunakan sebagai pelarut NaOH pada proses alkalisasi serat abaka dan serat sisal yang dibeli dari Progo Mulyo Yogyakarta dengan spesifikasi aquades yaitu aquades bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar pada tekanan 100 kPa 1 bar dan temperatur 273,15 K, 0 °C.

8. Nitrogen Cair

Proses alkalisasi serat karbon menggunakan nitrogen cair dengan spesifikasi nitrogen cair yaitu cairan bening tidak berwarna, densitas 0,807 g / mL pada titik didih dan konstanta dielektrik 1,4, yang dibeli di PT. Samator Gas industri Yogyakarta.

3.1.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang berat *filler* serat sisal, serat abaka, serat karbon serta matriks plastik HDPE.



Gambar 3.4 timbangan digital

2. Gelas Beker 1000 mL digunakan sebagai wadah untuk pembuatan larutan NaOH dengan Aquades.

3. Termos 2,5 L digunakan sebagai wadah untuk Nitrogen cair.
4. *Hand gloves* digunakan sebagai pelindung tangan agar tidak terkontaminasi oleh cairan kimia.
5. Alat Bantu Lain di sini yaitu berbagai peralatan pembantu lain yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya: gunting, *cutter*, kunci L, mistar, pisau, palu, *tool box*, sikat kawat, jangka sorong dan mikrometer.
6. Cetakan benda uji

Cetakan digunakan untuk mencetak spesimen sesuai standar pengujian yang berlaku. Cetakan spesimen yang terbuat dari material logam memiliki ukuran 17 cm x 9 cm x 2,5 cm.



Gambar 3.5 cetakan komposit

7. Mesin *Hot Press* komposit

Mesin hot press digunakan untuk pengepresan spesimen komposit sesuai dengan temperatur.



Gambar 3.6 mesin *hot press*

9. Alat pemotong spesimen

Digunakan untuk memotong spesimen sesuai dengan standar ASTM yang telah ditentukan sebelumnya.

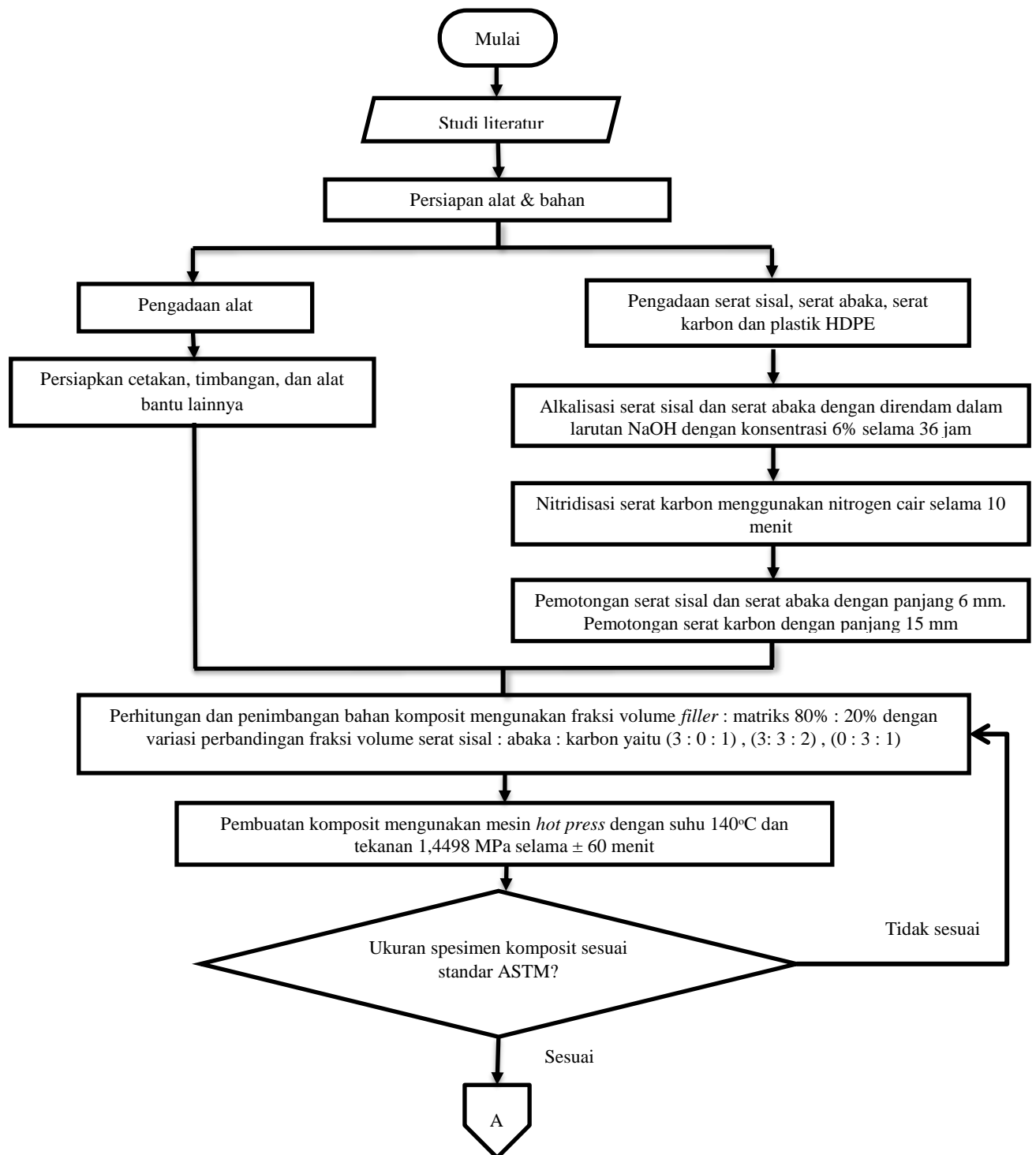
10. Universal Testing Machine (UTM)

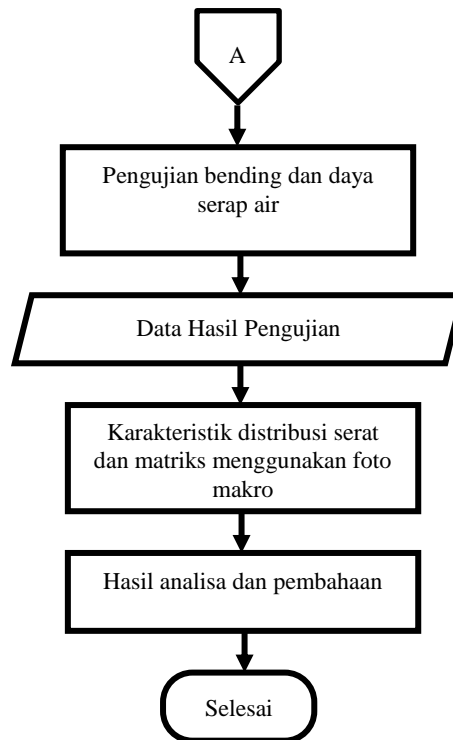
Alat yang digunakan untuk pengujian bending dibuat oleh Zwick Roell, Nominal Force 20kN. Pengujian bending dilakukan di Laboratorium Testing Machine Politeknik ATMI Surakarta.

11. Mikroskop optik

Mikroskop yang digunakan adalah optic digital usb untuk melihat struktur permukaan hasil uji bending.

3.2 Tahap Penelitian





Gambar 3.7 Diagram alir penelitian

3.2.1 Perlakuan Serat Sisal

Tahapan proses alkalisasi serat sisal sebagai berikut:

1. Pilih serat sisal mentah dan potong menjadi 30 cm, kemudian dicuci menggunakan air mengalir untuk membersihkan dari kotoran.



Gambar 3.8 serat sisal

2. Kemudian itu serat sisal di keringkan di lemari pengering serat dengan suhu 100°C sampai serat kering.



Gambar 3.9 pengeringan serat

3. Setelah serat kering, serat sisal disisir untuk memisahkan serat sisal yang menggumpal.



Gambar 3.10 penyisiran serat

4. Setelah disisir, serat sisal diberi perlakuan dengan merendam di larutan alkali NaOH konsentrasi 6% selama 36 jam. NaOH 6% seberat 60g kemudian dilarutkan ke dalam akuades sebanyak 1000ml dengan menggunakan magnetic stir.
5. Setelah 36 jam, Larutan NaOH diganti dengan larutan asam asetat (1000 ml, konsentrasi 1% berat) selama 1 jam untuk menetralsisir serat sisal larutan NaOH yang bersifat basa.
6. Kemudian serat sisal di rendam dengan aquades selama 24 jam agar serat sisal benar benar dalam kondisi netral dengan nilai ph 7. Lalu serat dikeringkan menggunakan lemari pengering serat.
7. Serat di potong dengan ukuran 6 mm.



Gambar 3.11 serat dipotong 6 mm

3.2.2 Perlakuan Serat Abaka

Urutan proses alkalisasi serat abaka yaitu:

1. Pilih serat abaka mentah dan potong menjadi 30 cm, kemudian dicuci menggunakan air mengalir untuk membersihkan dari kotoran.
2. Kemudian keringkan serat abaka yang telah dicuci menggunakan lemari pengering serat dengan suhu 100°C sampai kondisi serat menjadi kering.
3. Selanjutnya serat abaka disisir dengan tujuan untuk memisahkan serat yang menggumpal.
4. Setelah itu, serat abaka diberi perlakuan dengan merendam serat ke dalam larutan alkali NaOH konsentrasi 6% selama 36 jam. NaOH 6% seberat 60g kemudian dilarutkan dengan akuades sebanyak 1000ml dengan menggunakan magnetic stir.
5. Setelah 36 jam, Larutan NaOH diganti dengan larutan asam asetat (1000 ml, konsentrasi 1% berat) selama 1 jam untuk menetralkan serat abaka yang masih bersifat basa.
6. Selanjutnya serat abaka direndam dengan aquades selama 24 jam agar serat abaka benar benar bersifat netral dengan nilai ph 7. Lalu serat dikeringkan menggunakan lemari pengering serat.
7. Serat abaka dipotong dengan ukuran 6 mm.

3.2.3 Perlakuan Serat Karbon

Tahapan nitridisasi serat karbon sebagai berikut:

1. Persiapkan serat karbon yang akan digunakan untuk *filler* kemudian potong serat karbon seukuran wadah nitrogen yaitu 200 mm
2. Masukkan serat karbon kedalam wadah berisi nitrogen cair selama 10 menit, setelah itu dikeluarkan dan dimasukkan kedalam plastik agar terhindar debu dan kotoran.



Gambar 3.12 pengisian nitrogen cair

3. Selanjutnya serat karbon dipotong dengan ukuran 15mm sesuai kebutuhan pembuatan komposit.



Gambar 3.13 serat karbon dipotong 15 mm

3.3 Pembuatan komposit

Bahan-bahan yang digunakan ditimbang terlebih dahulu sebelum membuat komposit. Massa serat sisal, serat abaka, serat karbon dan matriks HDPE harus sesuai dengan data perhitungan yang sudah dibuat agar dapat dihasilkan komposit yang optimal. Perbandingan volume matriks dan serat hibrida adalah 80 : 20 % berat dengan disusun menjadi 5 lamina. Kemudian dilakukan variasi perbandingan fraksi volume serat hibrida yang digunakan seperti dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 variasi pembuatan spesimen bermatriks HDPE

Variasi Spesimen	Variasi perbandingan fraksi volume serat hibrida
A	Sisal : Karbon (3:1)
B	Sisal : Abaka : Karbon (3: 3: 2)
C	Abaka : Karbon (3:1)

3.3.1 Perhitungan volume dan massa spesimen

Pembuatan komposit menggunakan cetakan yang telah disesuaikan dengan kebutuhan semua pengujian. Oleh sebab itu, volume dan massa bahan komposit yang dihitung merupakan volume dan massa komposit pada cetakan bukan per spesimen. Berikut ini merupakan perhitungan dan menentukan volume dan massa spesimen uji bending dan uji daya serap air.

Diketahui :

Panjang cetakan	: 17 cm
Lebar cetakan	: 9 cm
Tebal spesimen	: 0,32 cm
Massa jenis HDPE (ρ_m)	: 0,96 gr/cm ³
Massa jenis serat sisal (ρ_{sisal})	: 1,2 gr/cm ³
Massa jenis serat abaka (ρ_{abaka})	: 1,5 gr/cm ³
Massa jenis serat karbon (ρ_{karbon})	: 1,8 gr/cm ³

Perhitungan perbandingan fraksi volume dengan volume serat:

1. Volume spesimen (v_c)

$$= P \times L \times T$$

$$= 17\text{cm} \times 9\text{cm} \times 0,32\text{cm}$$

$$= 48,96 \text{ cm}^3$$
2. Volume matriks (v_m)

$$= \frac{V_m}{100} \times v_c$$

$$= \frac{80}{100} \times 48,96 \text{ cm}^3$$

$$= 39,168 \text{ cm}^3$$
3. Volume serat total (v_s)

$$= \frac{V_s}{100} \times v_c$$

$$= \frac{20}{100} \times 48,96 \text{ cm}^3$$

$$= 9,792 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned}
 4. \quad \text{Massa Matriks (} M_{\text{matriks}} \text{)} &= v_m \times \rho_m \\
 &= 39,168 \text{ cm}^3 \times 0,96 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 37,601 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Perhitungan perbandingan volume dan massa serat sisal/ serat karbon (3:1) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 1. \quad \text{Volume serat sisal (} v_{\text{sisal}} \text{)} &= \frac{3}{4} \times v_s \\
 &= \frac{3}{4} \times 9,792 \text{ cm}^3 \\
 &= 7,344 \text{ cm}^3 \\
 2. \quad \text{Volume serat karbon (} v_{\text{karbon}} \text{)} &= \frac{1}{4} \times v_s \\
 &= \frac{1}{4} \times 9,792 \text{ cm}^3 \\
 &= 2,448 \text{ cm}^3 \\
 3. \quad \text{Massa serat sisal (} M_{\text{sisal}} \text{)} &= v_{\text{sisal}} \times \rho_{\text{sisal}} \\
 &= 7,344 \text{ cm}^3 \times 1,2 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 8,813 \text{ gr} \\
 4. \quad \text{Massa serat karbon (} M_{\text{karbon}} \text{)} &= v_{\text{karbon}} \times \rho_{\text{karbon}} \\
 &= 2,448 \text{ cm}^3 \times 1,8 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 4,406 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Perhitungan perbandingan volume dan massa serat sisal/ serat abaka/ serat karbon (3: 3: 2) sebagai berikut:

1. Volume serat sisal (v_{sisal})

$$= \frac{3}{8} \times v_s$$

$$= \frac{3}{8} \times 9,792 \text{ cm}^3$$

$$= 3,672 \text{ cm}^3$$
2. Volume serat abaka (v_{abaka})

$$= \frac{3}{8} \times v_s$$

$$= \frac{3}{8} \times 9,792 \text{ cm}^3$$

$$= 3,672 \text{ cm}^3$$
3. Volume serat karbon (v_{karbon})

$$= \frac{1}{4} \times v_s$$

$$= \frac{1}{4} \times 9,792 \text{ cm}^3$$

$$= 2,448 \text{ cm}^3$$
4. Massa serat sisal (M_{sisal})

$$= v_{sisal} \times \rho_{sisal}$$

$$= 3,672 \text{ cm}^3 \times 1,2 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 4,406 \text{ gr}$$
5. Massa serat abaka (M_{abaka})

$$= v_{abaka} \times \rho_{abaka}$$

$$= 3,672 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 5,508 \text{ gr}$$
6. Massa serat karbon (M_{karbon})

$$= v_{karbon} \times \rho_{karbon}$$

$$= 2,448 \text{ cm}^3 \times 1,8 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 4,406 \text{ gr}$$

Perhitungan perbandingan volume dan massa serat abaka/ serat karbon (3:1) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 1. \quad \text{Volume serat abaka } (v_{abaka}) &= \frac{3}{4} \times v_s \\
 &= \frac{3}{4} \times 9,792 \text{ cm}^3 \\
 &= 7,344 \text{ cm}^3 \\
 2. \quad \text{Volume serat karbon } (v_{karbon}) &= \frac{1}{4} \times v_s \\
 &= \frac{1}{4} \times 9,792 \text{ cm}^3 \\
 &= 2,448 \text{ cm}^3 \\
 3. \quad \text{Massa serat abaka } (M_{abaka}) &= v_{abaka} \times \rho_{abaka} \\
 &= 7,344 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 11,016 \text{ gr} \\
 4. \quad \text{Massa serat karbon } (M_{karbon}) &= v_{karbon} \times \rho_{karbon} \\
 &= 2,448 \text{ cm}^3 \times 1,8 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 4,406 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

3.3.2 Pembuatan komposit

Tahapan proses pembuatan komposit sebagai berikut:

1. Menyiapkan serat sisal dan serat abaka dengan perlakuan alkali 36 jam. Masing-masing serat dipotong dengan panjang 6 mm dan massa kedua serat tersebut disesuaikan dengan data perhitungan.
2. Menyiapkan serat karbon dengan perlakuan nitrogen cair selama 10 menit, kemudian serat dipotong dengan panjang 15 mm dan massa yang disesuaikan dengan data perhitungan.
3. Menyiapkan matriks HDPE yang telah dipotong-potong sesuai ukuran cetakan dan massa yang disesuaikan dengan data perhitungan.

4. Selanjutnya, campur serat yang akan dipakai sebagai *filler* sesuai dengan variasi yang telah ditentukan menggunakan alat pencampur serat agar serat dapat tercampur dengan merata.
5. Menyiapkan cetakan logam.
6. Menata *filler* dan matriks pada cetakan dengan penataan menggunakan metode *hand lay up*.
7. Setelah *filler* dan matriks disusun pada cetakan, lalu cetakan ditekan menggunakan mesin *hot press* dengan suhu 140°C dan tekanan 1,4498 MPa selama ± 60 menit.
8. Setelah mencapai suhu 140°C , mesin dihold selama 10 menit. Kemudian lepas colokan pemanas listrik dan dinginkan cetakan menggunakan blower.
9. Setelah itu lepas cetakan logam dari mesin dan spesimen komposit dilepaskan dari cetakan lalu dipotong sesuai standar pengujian.



Gambar 3.14 pemotongan komposit

3.4 Pengujian Komposit

Pengujian yang akan dilakukan pada spesimen komposit antara lain :

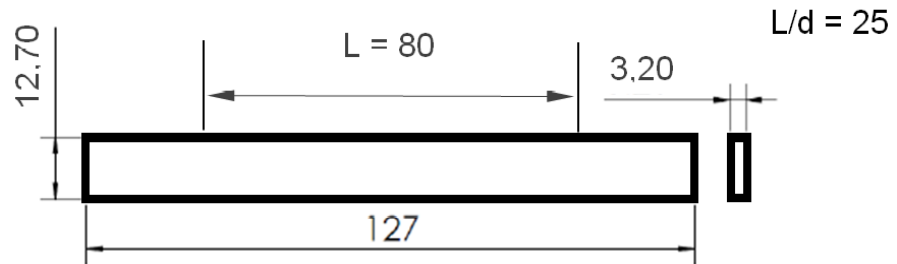
3.4.1 Uji Lentur (Bending)

Pengujian bending bertujuan mengetahui ketahanan komposit terhadap pembebanan pada titik lentur. Selain itu, pengujian ini dapat mengetahui tingkat elastisitas suatu bahan.

Pada pengujian spesimen komposit diberikan pembebanan yang arahnya tegak lurus terhadap arah penguatan serat. Uji bending dapat dilaksanakan dengan lenturan tiga titik (*three-point bend test*) atau dengan lenturan empat titik (*four-point bend test*). Salah satu standar yang banyak digunakan adalah ASTM D790.

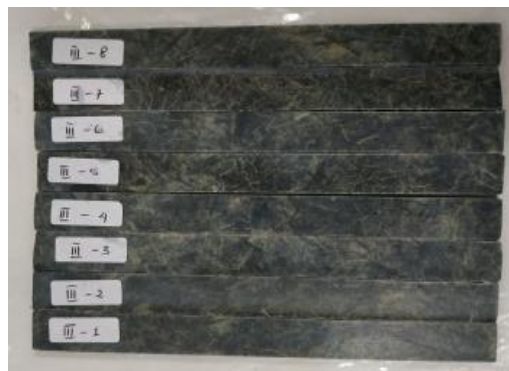
Tahapan pengujian bending adalah sebagai berikut :

1. Potong spesimen sesuai dengan ukuran yang ditetapkan pada ASTM uji bending (D790-03) yaitu ukuran 127mm x 12,7mm. Proses pemotongan dilakukan dengan menggunakan mesin pemotong spesimen komposit.



Gambar 3.15 Ukuran spesimen uji bending

2. Hasil pemotongan spesimen kemudian diampelas untuk meratakan bagian pinggir spesimen. Karena jika spesimen tidak rata akan berpengaruh pada hasil uji bending.



Gambar 3.16 spesimen uji bending

3. Menentukan panjang *support span* (jarak tumpuan) dengan rumus :

$$\frac{L}{d} \geq 16$$

Keterangan

L = panjang *support span*

d = ketebalan spesimen

Angka 16 merupakan konstanta, dimana angka tersebut merupakan batas bawah. Angka tersebut bisa lebih besar namun tidak boleh lebih kecil dari 16.

4. Menentukan kecepatan penekanan *crosshead*. Rumus untuk mencari kecepatan penekanan *crosshead* :

$$R = \frac{ZL^2}{6d}$$

Keterangan

R = kecepatan penekanan *crosshead*

Z = 0.01

L = panjang *support span*

d = ketebalan spesimen

5. Setelah diketahui kecepatan penekanan, langkah selanjutnya spesimen diletakkan pada mesin bending.



Gambar 3.17 persiapan pengujian bending

6. Pengujian dilakukan dengan proses penekanan bending pada spesimen



Gambar 3.18 pengujian bending

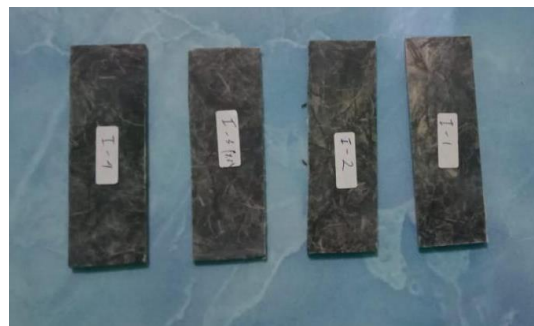
7. Kemudian didapatkan hasil pengujian bending.
8. Selanjutnya data hasil pengujian bending diolah melalui perhitungan.

3.4.2 Uji Daya Serap Air (Water Absorption)

Uji daya serap air merupakan pengujian untuk menentukan seberapa besar suatu material untuk menyerap air. Sesuai dengan ASTM D570 ukuran spesimen uji daya serap air adalah 3inci x 1inci x 1/8inci (76,2x25,4x3,2 mm) untuk spesimen berbentuk lembaran, 1inci x 1inci (25,4x25,4 mm) untuk spesimen berbentuk silindris, dan untuk spesimen berbentuk tabung ukuran spesimennya 3inci (diameter dalam) x 1inci (panjang tabung).

Proses pengujian daya serap air sebagai berikut :

1. Spesimen dipotong sesuai ASTM D570. Karena bentuk dari spesimen lembaran maka ukuran spesimen adalah 3inci x 1inci x 1/8inci (76,2x25,4x3,2 mm). Proses pemotongan dilakukan dengan menggunakan mesin pemotong spesimen komposit.



Gambar 3.19 spesimen *water absorption*

2. Spesimen sebelum direndam ditimbang dan diukur ketebalannya terlebih dahulu untuk mengetahui berat dan tebal awal sebelum dilakukan perendaman.
3. Spesimen selanjutnya direndam kedalam akuades.



Gambar 3.20 wadah pengujian daya serap air

4. Setiap 12 jam selama 14 hari, spesimen diangkat kemudian diukur berat dan ketebalan spesimen tersebut setelah dilakukan perendaman dalam akuades.



Gambar 3.21 pengukuran berat

5. Selanjutnya data hasil pengujian daya serap air diolah melalui perhitungan.