

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

1. Serat Sisal

Serat sisal (*Agave sisalana*) digunakan sebagai penguat atau material pengisi komposit. densitas serat sisal $1,03-1,45 \text{ g/cm}^3$, kuat tarik 400-700 MPa dan modulus elastisitas 7-15.8 GPa (Kusumastuti, 2009) Serat sisal didapatkan dari Balitas, Malang, Jawa Timur.



Gambar 3.1 Serat sisal

2. Serat Karbon

Serat Karbon digunakan sebagai pengisi komposit, spesifikasi serat karbon Toray T700sc 12000-50C Carbon Fibre, ukuran benang 12000, densitas $1,8\text{g/cm}^3$, kuat tarik 4,900 Mpa (711 Ksi), modulus elastisitas 230 Gpa (33,4 Msi), Tegangan 2,1%, berat 800 gram dan panjang 1250m (Torayca;No,CFA-005) yang dibeli di situs online *aliexpress* nama toko *hobbyover*, china



Gambar 3.2 Serat Karbon

3. LDPE ((low density polyethylene)

LDPE digunakan sebagai matrik komposit, LDPE dibeli melalui situs belanja online di tokopedia.



Gambar 3.3 Plastik LDPE

4. *Natrium hidroksida* (NaOH)

NaOH digunakan untuk alkalisasi pada serat sisal, spesifikasi *Natrium hidroksida* (NaOH) berbentuk seperti butiran seperti pellet dan padat, massa molar 39,9971 g/mol, densitas 2,1 g/cm³, titik lebur 318°C (519 K), titik didih 1390 °C (1663 K), kelarutan dalam air, 111g/100 ml (20°C), dan kebasaan (pK_b) -2,42 (Perry's dan Green, 2008). yang dibeli di sebuah toko kimia Progo Mulyo Yogyakarta



Gambar 3.4 *Natrium Hidroksida* (NaOH)

5. Asam asetat

Asam Asetat digunakan untuk menetralkan sisa dari larutan NaOH pada serat sisal yang bersifat basa, spesifikasi dari Asam Asetat yaitu rumus kimia $C_2H_4O_2$, penampilan cairan tidak berwarna atau kristal, massa molar $60,05 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, densitas $1,049 \text{ g}/\text{cm}^3$, 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, (Dimian dan Bildea, 2008). dan dibeli di Progo Mulyo Yogyakarta.



Gambar 3.5 Asam asetat

6. Aquades (H_2O)

Aquades digunakan sebagai pelarut NaOH pada proses alkalisasi serat sisal, dan juga digunakan sebagai perendaman spesimen komposit Uji *water absorption*. Spesifikasi Aquades bersifat tidak berwarna (bening), tidak berasa, dan tidak berbau. Aquades ini dibeli di Toko Kimia Progo Mulyo Yogyakarta.



Gambar 3.6 Aquades

7. Nitrogen Cair

Nitrogen cair digunakan untuk proses alkalisasi serat karbon, 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

8. *Mirror Glaze*

Digunakan untuk melapisi cetakan supaya spesimen pada saat di cetak tidak menempel pada permukaan cetakan komposit. Spesifikasi dari *Mirror Glaze* yaitu *maximum mold release wax, contains wax net wt 11 or 311 gram*, dibeli pada situs online di toko chemika sby, Surabaya

3.2 Alat Penelitian

Alat yang dipakau pada penelitian ini meliputi:

1. Timbangan digital.
untuk menimbang serat sisal, serat karbon, dan matrik LDPE



Gambar 3.7 Timbangan digital

2. Cetakan benda uji.
digunakan untuk mencetak spesimen komposit sesuai dengan standar pengujian yang berlaku. Cetakan komposit ini dilengkapi dengan lubang *termokouple*, dan *heater* sebagai elemen pemanas,



Gambar 3.8 Cetakan Komposit

3. Mesin *Hot press*

Digunakan untuk mengepres spesimen komposit sesuai dengan temperatur proses material matriks, mesin *hot press* ini dilengkapi dengan sensor pengatur suhu



Gambar 3.9 mesin *hot press*

4. Alat pemotong spesimen komposit

Alat ini digunakan untuk memotong hasil cetakan komposit, sehingga spesimen yang sesuai dengan jenis uji yang digunakan (bending) sesuai dengan ukuran ASTM yang digunakan



Gambar 3.10 Mesin pemotong komposit

5. Gelas Beker 1000 mL
Digunakan sebagai wadah untuk pembuatan larutan NaOH dengan aquades, dan juga digunakan untuk merendam serat sisal dengan larutan NaOH
6. Gunting, digunakan untuk menggunting serat sisal dan serat karbon sesuai dengan ukuran panjang serat yang telah ditentukan
7. Pengaduk kaca, sebagai pengaduk larutan NaOH dengan aquades
8. Termos 2,5 L, sebagai wadah Nitrogen cair
9. *Hand Gloves*, untuk melindungi tangan agar tidak terkontaminasi dengan serat karbon dan cairan kimia
10. Blower, digunakan untuk mendinginkan cetakan komposit yang di pres menggunakan mesin *hot press*
11. *Magnetic stirring*
Magnetic stirring digunakan pada saat proses alkalisasi untuk melarutkan larutan natrium hidroksida (NaOH) dan larutan asam asetat (CH_3COOH) agar dapat homogen dan larut secara merata



Gambar 3.11 *Magnetic stirring*

12. Alat Uji Bending

Alat uji bending yang digunakan pada penelitian ini menggunakan alat *universal testing machine* (UTM) dengan tipe *Zwick Roell Z020* dengan kapasitas 20000 N dari Jerman. Alat ini bisa digunakan untuk uji bending dan uji Tarik. Pengujian bending dilakukan di Laboratoium Material akademi Teknik Mesin Industri (ATMI) surakarta.



Gambar 3.12 *universal testing machine* (UTM)

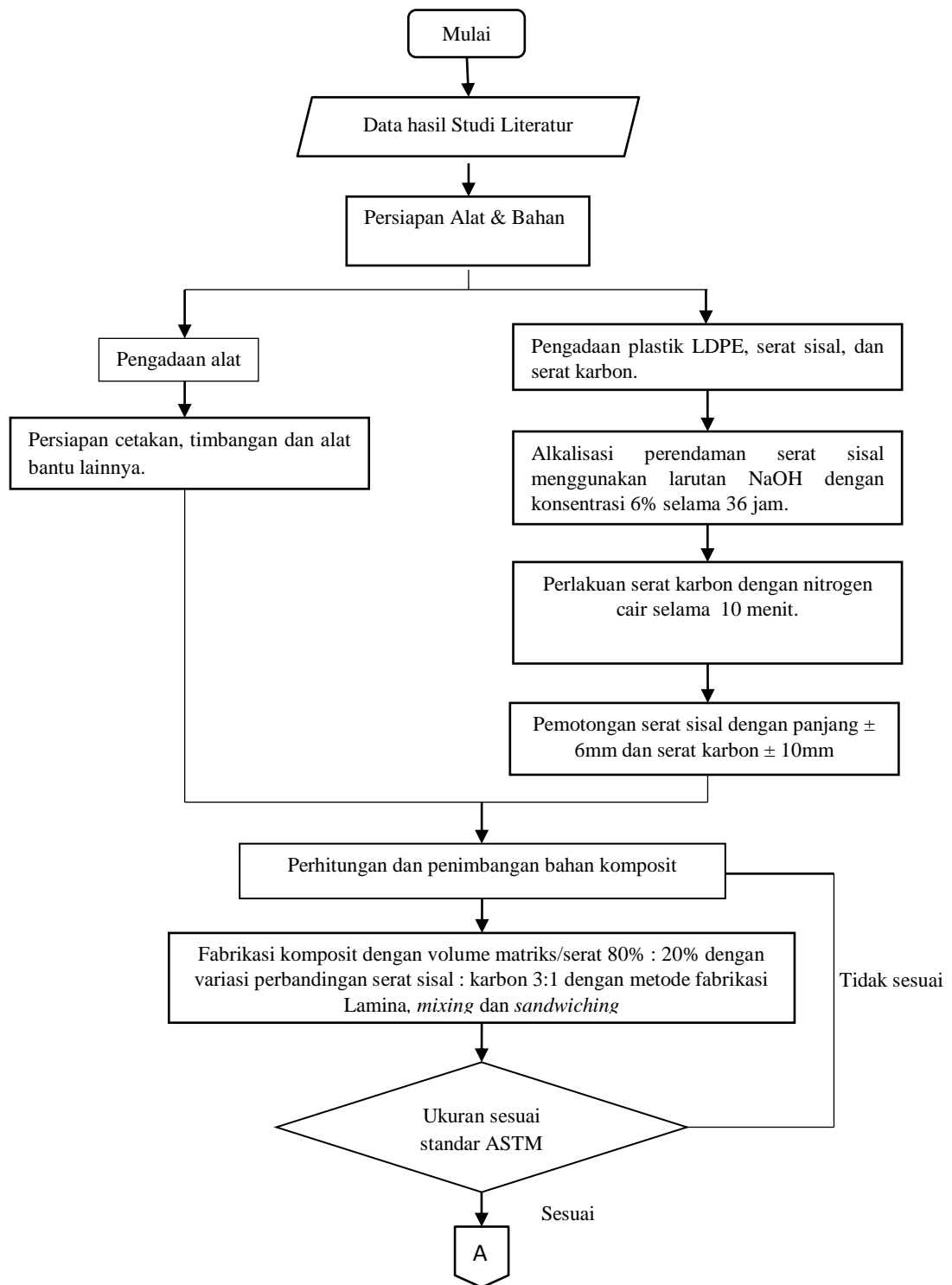
13. Mikroskop optik

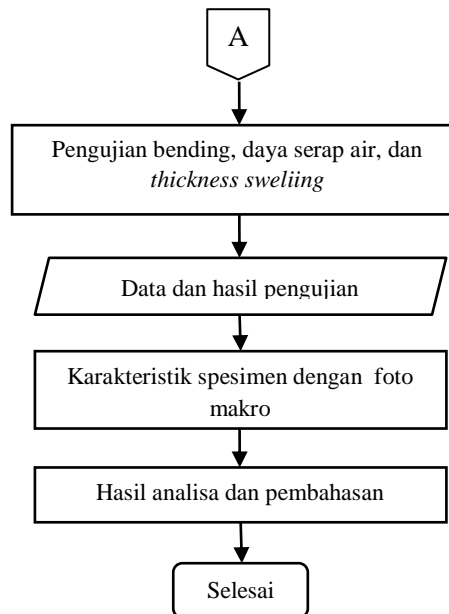
Digunakan untuk melihat struktur permukaan hasil uji mekanis bending. Mikroskop yang digunakan pada penelitian ini, yaitu jenis mikroskop optik digital usb



Gambar 3.13 Mikroskop optik USB

3.3 Tahapan Penelitian





Gambar 3.14 diagram Alir

3.3.1 Perlakuan Alkali Serat Sisal

Proses pembuatan Komposit Hibrid sisal/karbon/LDPE. Dibawah ini akan menjelaskan proses perlakuan alkalisasi serat sisal :

1. Serat sisal dicuci dengan air mengalir, kemudian serat sisal dikeringkan di lemari pengering serat dengan suhu 65°C



Gambar 3.15 pencucian serat sisal

2. Setelah kering serat sisal disisir untuk memisahkan serat sisal yang menggumpal agar memudahkan pada saat proses alkalisasi



Gambar 3.16 Penyisiran serat sisal

3. Siapkan NaOH (konsentrasi 6% berat, *aquades* 1000 mL) kemudian serat sisal di rendam di larutan NaOH konsentrasi 6% selama 36 jam



Gambar 3.17 Alkalisasi serat sisal

4. Setelah 36 jam, larutan NaOH diganti dengan larutan asam asetat dengan konsentrasi 1%. Kemudian serat sisal direndam dengan larutan asam asetat yang telah dicampur dengan menggunakan akuades selama 1 jam untuk menetralkan serat sisal dari larutan NaOH yang bersifat basa.
5. Setelah itu serat sisal dicuci dengan air mengalir dan di rendam pada *aquades* (1000 mL) untuk menghilangkan sisa-sisa NaOH selama 24 jam. kemudian serat sisal di keringkan menggunakan lemari oven dengan suhu 65°C.
6. Serat sisal yang sudah kering kemudian dipotong menggunakan gunting dengan ukuran panjang 6 mm.

3.3.2 Perlakuan serat karbon

Serat karbon digunakan sebagai material penguat komposit selain serat sisal yang digunakan. Perlakuan serat karbon sebagai berikut :

1. serat karbon di potong sepanjang 20/30 cm, agar memudahkan dalam memasukan kedalam wadah nitrogen cair
2. kemudian serat karbon dimasukan kedalam termos alumunium yang berisi nitrogen cair 2,5 L selama 10 menit



Gambar 3.18 pengisian nitrogen cair

3. serat karbon dikeringkan dengan suhu ruangan, kemudian setelah kering serat karbon di potong sepanjang 10 mm.



Gambar 3.19 serat karbon 10 mm

3.3.3 Perhitungan Fraksi Volume

Perbandingan fraksi volume matriks dan fillers pada penelitian ini adalah 80% : 20% dengan perbandingan serat sisal dan serat karbon 3:1. Karena cetakan yang digunakan merupakan cetakan yang bisa dipakai oleh semua uji, maka volume dan massa spesimen yang dihitung merupakan volume dan massa cetakan bukan perspesimen, berikut perhitungan untuk menentukan volume dan massa spesimen uji bending :

Diketahui :

Panjang cetakan	:17 cm
Lebar cetakan	: 9 cm
Tebal spesimen	: 0,32 cm
Massa jenis LDPE(ρ_m)	: 0,92 gr/cm ³
Massa jenis serat sisal (ρ_{sisal})	: 1,2 gr/cm ³
Massa jenis serat karbon (ρ_{karbon})	: 1,8 gr/cm ³

Perhitungan Perbandingan Fraksi volume matriks dengan volume serat:

- Volume spesimen (V_c)

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

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

$$= 48,96 \text{ cm}^3$$
- Volume matriks (V_m)

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

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

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

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

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

$$= 9,792 \text{ cm}^3$$
- Massa Matriks ($M_{matriks}$)

$$= V_m \times \rho_m$$

$$= 39,168 \text{ cm}^3 \times 0,92 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 36,034 \text{ gr}$$

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

- Volume serat sisal (V_{sisal})

$$= \frac{3}{4} \times V_s$$

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

$$= 7,344 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Volume serat karbon } (V_{\text{karbon}}) &= \frac{1}{4} \times V_s \\
 &= \frac{1}{4} \times 9,792 \text{ cm}^3 \\
 &= 2,448 \text{ cm}^3 \\
 3. \text{ Massa serat sisal } (M_{\text{sisal}}) &= V_{\text{sisal}} \times \rho_{\text{sisal}} \\
 &= 7,344 \text{ cm}^3 \times 1,2 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 8,812 \text{ gr} \\
 4. \text{ Massa serat karbon } (M_{\text{karbon}}) &= V_{\text{karbon}} \times \rho_{\text{karbon}} \\
 &= 2,448 \text{ cm}^3 \times 1,8 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 4,406 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

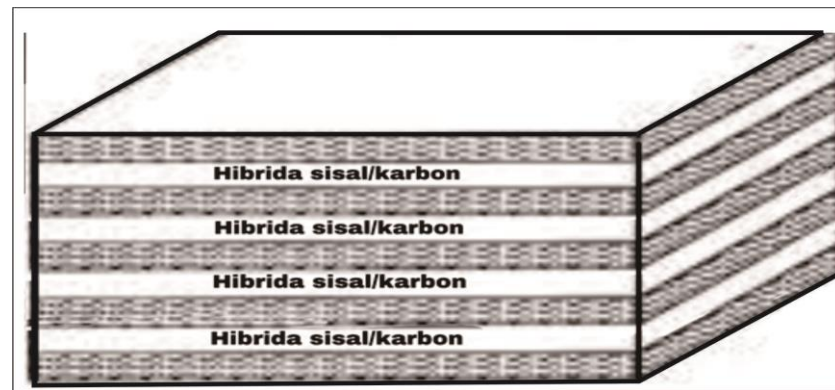
3.3.4 Pembuatan Komposit

pada penelitian ini spesimen komposit di buat secara manual dengan teknik *hand lay up*, tipe serat yang digunakan adalah serat pendek dengan orientasi serat acak. bahan-bahan disiapkan terlebih dahulu sebelum proses pembuatan komposit, seperti serat sisal panjang 6 mm, serat karbon panjang 10 mm dan matrik plastik LDPE. Bahan tersebut ditimbang menggunakan timbangan digital sesuai perhitungan fraksi volume matriks:filler yang telah dihitung (80:20). Dan perbandingan

Pada pembuatan komposit ini menggunakan 3 metode fabrikasi dimana semua menggunakan teknik (*hand-lay-up*), diantaranya adalah :

1. Metode lamina

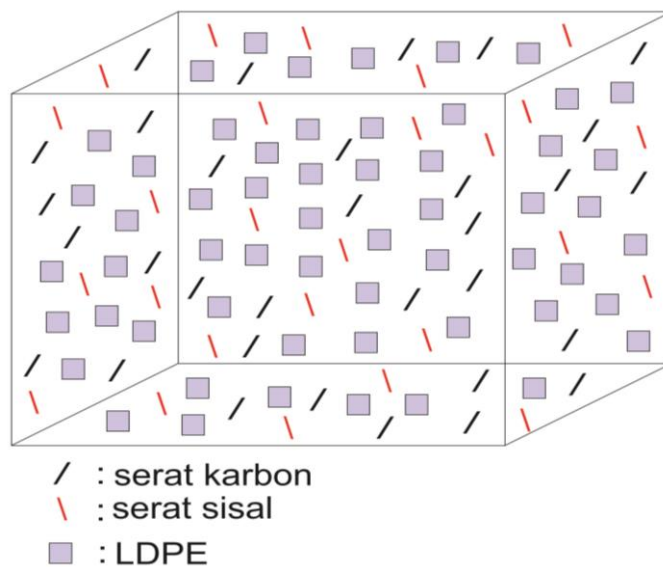
Prosedur pembuatan komposit dengan perbandingan fraksi volume antara *matriks* dan *filler* 80%:20% dan perbandingan serat sisal dan karbon (3:1), Fabrikasi dilakukan dengan serat acak hibrid sisal dan karbon, 5 lapisan *matriks* LDPE dan 4 lapisan *filler* hibrida. Yang disusun ke dalam cetakan kemudian di tekan menggunakan *Hot press* dengan tekanan 2,175 MPa pada temperatur 115°C. Serat sisal dan serat karbon di campur menggunakan blender, agar memudahkan proses pencampuran serat sisal dengan serat karbon.



Gambar 3.20 skematik susunan lapisan lamina hibrida sisal/karbon

2. Metode mixing

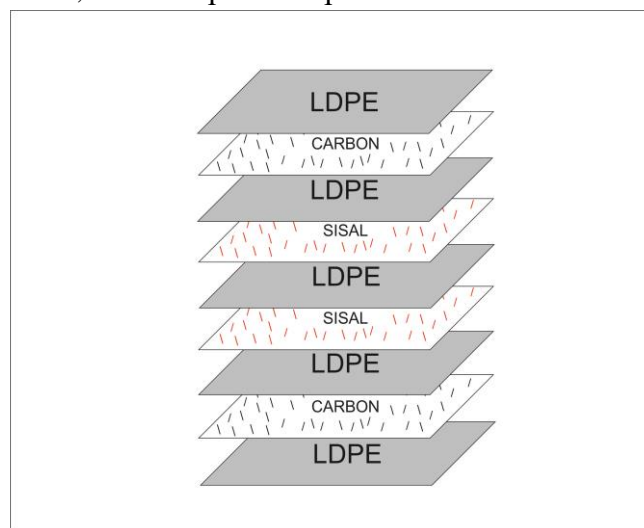
Pembuatan spesimen metode mixing dengan perbandingan *fraksi volume matriks* dan *filler* 80% : 20% dan perbandingan serat sisal dan karbon (3:1). Fabrikasi dilakukan dengan cara mencampur *matriks* (LDPE) dengan serat sisal dan karbon kedalam blender supaya tercampur semua antara *matriks* dan *fillers*, sebelum pencampuran matrik dengan serat, matrik LDPE di potong-potong menjadi ukuran kecil-kecil menggunakan gunting, agar memudahkan pada saat proses pencampuran. Setelah dicampur antara matriks LDPE dengan serat sisal dan karbon menggunakan blender, lalu di masukan kedalam cetakan komposit, kemudian di tekan menggunakan mesin *Hot press* dengan tekanan 2,175 MPa pada temperatur 125°C.



Gambar 3.21 skematik komposit metode *mixing*

3. Metode *sandwiching*

Prosedur pembuatan komposit dengan perbandingan fraksi volume antara *matriks* dan *filler* 80%:20% dan perbandingan serat sisal dan karbon (3:1), Fabrikasi dilakukan dengan metode serat acak, 5 lapisan matrik dan 4 lapisan fillers. Dengan susunan LDPE / serat karbon / LDPE / serat sisal / LDPE / serat sisal / LDPE / serat karbon / LDPE. Dimana serat karbon berada di lapisan luar dan serat sisal berada di tengah-tengah lapisan, kemudian setelah semua lapisan telah disusun lalu dimasukkan kedalam cetakan komposit kemudian di tekan menggunakan mesin *hot press* dengan tekanan 2,175 MPa pada temperatur 115°C.



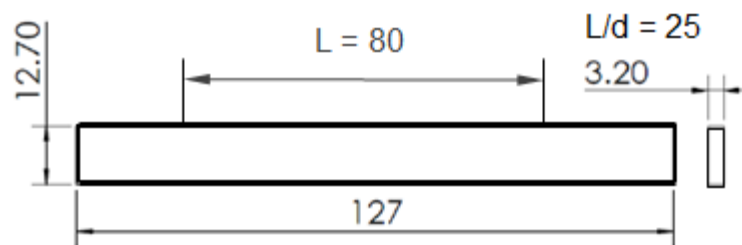
Gambar 3.22 diagram skematik susunan metode *sandwiching*

3.3.5 Pengujian Bending

Pengujian bending mengacu pada ASTM D790-03 yang dilakukan untuk mengetahui tingkat elastisitas dan sifat mekanik komposit terhadap pembebanan lengkung. 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*). Alat uji bending yang digunakan dalam pengujian ini adalah UTM (*Universal Tensile Machine*) dengan tipe Zwick Roell Z020 yang dilakukan di ATMI Surakarta.

Langkah-langkah pengujian bending adalah sebagai berikut:

1. Pemotongan 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 3.23 Ukuran spesimen uji benidng ASTM D790-03

2. Hasil pemotongan spesimen kemudian diampelas untuk meratakan bagian pinggir spesimen. Karena jika spesimen tidak rata akan berpengaruh pada hasil uji bending
3. Setelah pemotongan dan pengamplasan selesai, langkah selanjutnya pengujian pada mesin bending



Gambar 3.24 persiapan pengujian bending

4. Pengujian dilakukan dengan proses penekanan bending pada spesimen komposit.



Gambar 3.25 Pengujian bending

5. Didapatkan hasil pengujian bending
6. Mengolah data hasil pengujian bending.

3.3.6 Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak suatu material untuk menyerap air. Standar pengujian yang digunakan yaitu ASTM D570. Spesimen yang akan direndam ke dalam aquades diukur tebal dan beratnya terlebih dahulu untuk mengetahui berat dan tebal awal spesimen sebelum direndam. Pengukuran dilakukan setiap 12 jam sekali sampai berat dan tebal spesimen konstan. ukuran spesimen uji daya serap air adalah 3inci x 1inci x 1/8inci (76,2 x 25,4 x 3,2 mm) untuk spesimen berbentuk lembaran, 1inci x 1inci (25,4 x 25,4 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 (76,2 x 25,4 x 3,2 mm). Proses pemotongan dilakukan dengan menggunakan mesin pemotong spesimen komposit.



Gambar 3.26 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 ke dalam larutan aquades



Gambar 3.27 perendaman spesimen water absorption

4. Setiap 12 jam selama 14 hari, spesimen diangkat kemudian diukur berat dan ketebalan.
5. Mengolah data hasil uji water absorption