

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Penyiapan Bahan dan Alat

3.1.1. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Serat ijuk aren

Serat ijuk aren didapatkan dari salah satu sentra pengolahan ijuk tepatnya di jln. HZ Mutakin NO 48 Lingajaya, Mangkubumi, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat. Jenis serat ijuk yang dipakai adalah ijuk kualitas ekspor grade C.



Gambar 3.1. Serat ijuk aren

2. Serat gelas

Serat gelas didapatkan dari toko kimia “Ngasem Baru” dengan jenis serat gelas anyam. Serat gelas dipotong dengan ukuran 30 x 30 cm, lalu kemudian serat diambil satu persatu untuk selanjutnya disusun secara searah. Contoh serat gelas dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Serat gelas

3. Epoksi

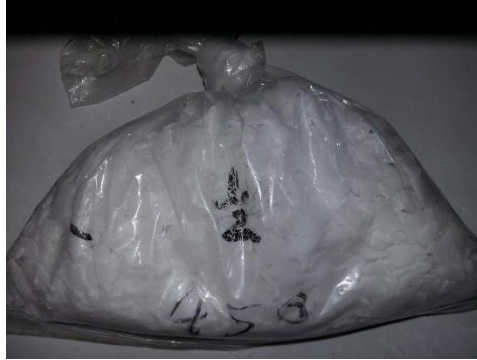
Matriks yang digunakan Epoksi tipe A dan B, dimana A berfungsi sebagai resin dan B berfungsi sebagai hardener. Contoh epoksi dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Epoksi tipe A dan B

4. Alkali (NaOH)

NaOH digunakan untuk menghilangkan kotoran atau lignin pada serat dengan kadar 5 %. NaOH merupakan larutan basa dan terkesan licin. Contoh NaOH dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Alkali (NaOH)

3.1.2. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Alat uji bending

Digunakan untuk melakukan pengujian bending komposit *hybrid* serat ijuk acak/ serat gelas bermatriks epoksi. Alat uji bending yang digunakan adalah:

- Merk : JTM-UTS510
- *Accuracy* : 0,5%
- *Test speed range* : 0 – 100 mm/min
- *Loadcell capacity* : 50kgf, 500kgf, 2000kgf

Alat uji bending dapat dilihat pada Gambar 3.5.

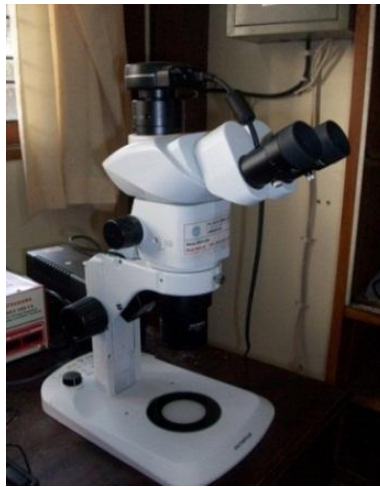


Gambar 3.5. Alat uji *Universal Testing Machine*

Alat UTM yang digunakan berada di laboratorium material teknik mesin Universitas Sebelas Maret.

2. Foto Makro

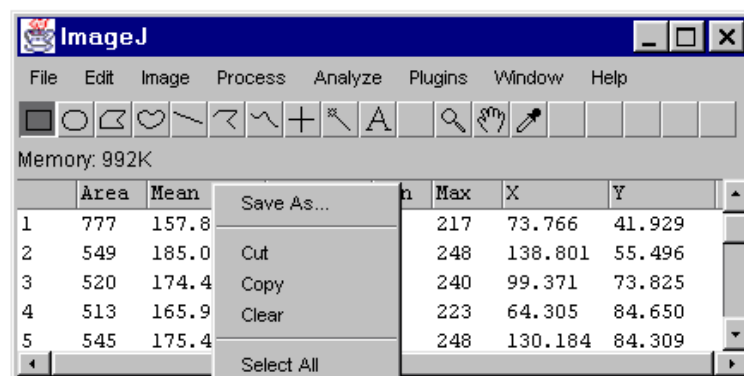
Foto makro digunakan untuk mengetahui kondisi patahan spesimen. Alat uji struktur makro yang digunakan adalah merk *Olympus/ SZ 56* dengan spesifikasi *Zoom ratio* 6.1, pembesaran lensa objektif 4x, 10x, 20x, 40x.



Gambar 3.6. Alat uji struktur makro *Olympus SZ 56*

3. ImageJ

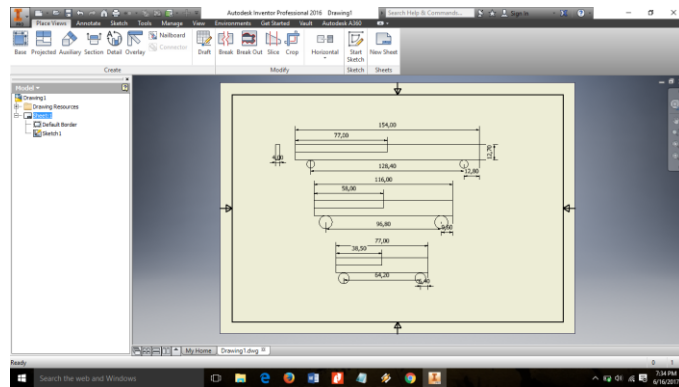
ImageJ adalah sebuah software yang digunakan untuk mengukur diameter tiap serat sebelum dikelompokkan ke dalam diameter besar dan kecil. Gambar ImageJ dapat dilihat pada Gambar 3.7 di bawah ini.



Gambar 3.7. ImageJ

4. Inventor

Program inventor digunakan untuk menggambar desain spesimen komposit *hybrid* serat ijuk acak/serat gelas bermatriks epoksi. Gambar program inventor dapat dilihat pada Gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3.8. Program inventor

5. Cetakan

Cetakan digunakan untuk mencetak papan spesimen komposit *hybrid* serat ijuk acak/serat gelas bermatriks epoksi. Cetakan terbuat dari plat logam dengan ukuran panjang 300 mm, lebar 250 mm dan tebal 4 mm seperti terlihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Cetakan

6. Alat pengepres cetakan

Untuk penekanan digunakan alat *pres mold* yang pada fungsinya untuk memampatkan komposit yang dibuat. Gambar alat pres dapat dilihat pada Gambar 3.10 dibawah ini.



Gambar 3.10. Alat pengepres cetakan

7. Timbangan digital

Timbangan yg digunakan untuk menimbang serat dan epoksi adalah timbangan digital. Gambar timbangan digital bisa dilihat pada Gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar 3.11. Timbangan digital

8. Mesin pemotong komposit

Mesin ini digunakan untuk memotong bahan komposit agar sesuai dengan ukuran standar yang telah ditetapkan. Mesin pemotong komposit dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Mesin pemotong komposit

9. Mesin amplas

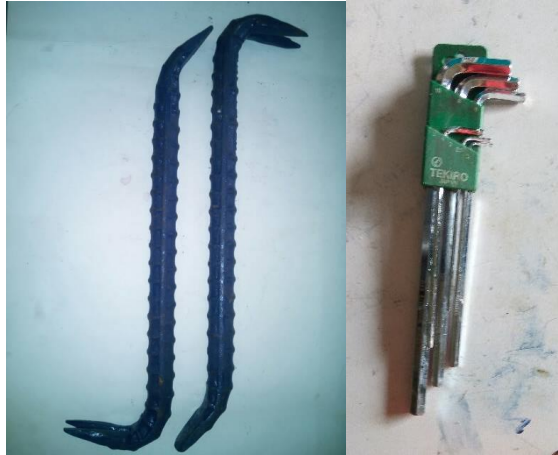
Mesin amplas digunakan untuk penghalusan permukaan dari spesimen yang kurang rata setelah proses pemotongan. Mesin amplas dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13. Mesin amplas

10. Besi linggis kecil dan kunci L ukuran 4

Besi linggis kecil digunakan untuk membuka cetakan bagian luar dengan cara disongket. Kunci L ukuran 4 digunakan untuk membuka baut L agar cetakan bagian dalam dapat dibuka. Besi linggis kecil dan kunci L ukuran 4 dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14. Besi linggis dan kunci L

11. Alat bantu lain

Beberapa alat bantu yang digunakan saat penelitian berlangsung.



Gambar 3.15. Alat bantu lain

3.2. Pengadaan dan Persiapan Serat

3.2.1. Perlakuan serat

Langkah untuk mendapatkan serat ijuk aren sebagai bahan untuk membuat spesimen uji sebagai berikut :

1. Serat ijuk aren didapatkan dari salah satu sentra pengolahan ijuk tepatnya di jln. HZ Mutakin NO 48 Lingajaya, Mangkubumi, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat. Jenis serat ijuk yang dipakai adalah ijuk kualitas ekspor grade C. Serat ijuk aren kemudian dipilah satu persatu dan dipisahkan kemudian dipotong dengan ukuran 2 cm dengan menggunakan gunting.
2. Setelah serat ijuk siap, kemudian dilakukan proses pencucian serat dengan direndam dan diaduk di dalam ember berisikan air bersih. Hal ini bertujuan agar kotoran yang melekat pada serat hilang.
3. Proses selanjutnya adalah mengeringkat serat secara alami dengan suhu kamar hingga kering. Untuk keseluruhan proses perlakuan serat ijuk bisa dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16. Proses perlakuan serat ijuk (a). Pemilihan ijuk; (b). Pemotongan ijuk; (c). Proses pencucian ijuk; (d). pengeringan ijuk

4. Perlakuan alkali (NaOH)

Setelah melakukan proses pencucian ijuk dengan air bersih dan mengeringkannya, maka selanjutnya dilakukan perlakuan alkali. Adapun tahap-tahapan perlakuan alkali sebagai berikut :

1. Merendam serat ijuk yang sudah bersih kedalam air dengan konsentrasi alkali 5 % dengan waktu perendaman selama 2 jam. Setelah 2 jam serat ijuk diangkat untuk kemudian dilakukan tahap

selanjutnya. Proses perendaman dengan alkali dapat dilihat pada Gambar 3.17 di bawah ini.



Gambar 3.17. Proses perendaman dengan alkali

2. Membilas serat yang telah diberi perlakuan alkali dengan air bersih. selanjutnya dilakukan perendam dengan air selama 3 hari dengan ketentuan setiap 6 jam sekali air diganti. Perendaman ini dimaksudkan untuk menetralsir serat setelah mengalami perlakuan alkali.
3. Proses selanjutnya yaitu mengangkat dan mengeringkan serat pada suhu kamar hingga kering sempurna selama \pm 3 hari. Serat tersebut tidak boleh dijemur di bawah sinar matahari langsung karena akan merusak struktur dari serat. Proses pengeringan dapat dilihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18. Proses pengeringan

3.3. Variabel Penelitian

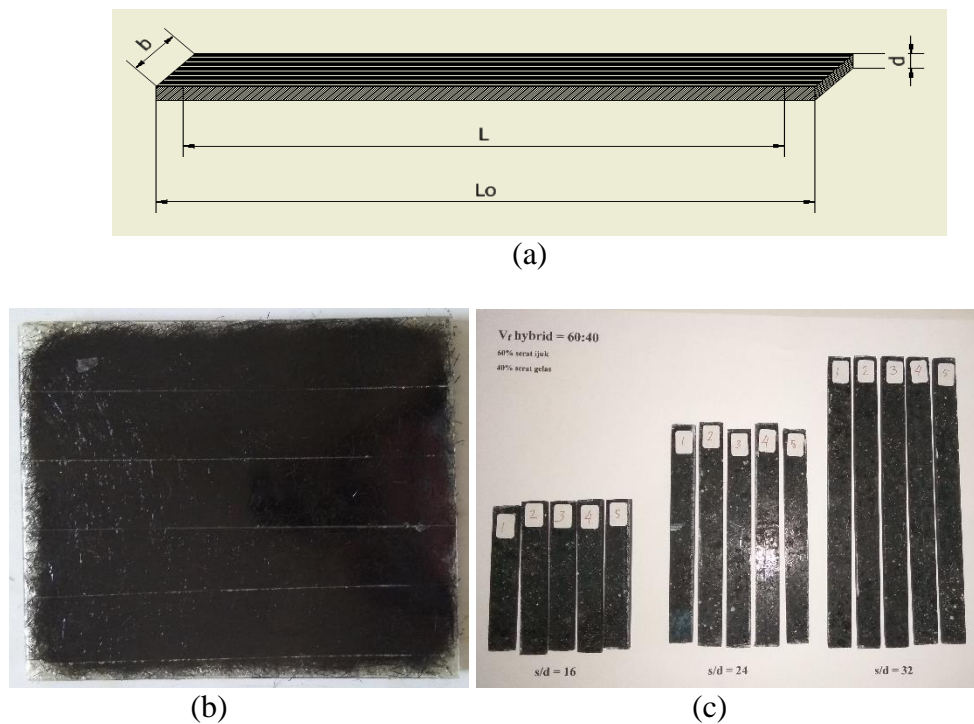
Pada pembuatan komposit *hybrid* ini digunakan perbandingan fraksi volume 0,3 dengan lima *hybrid ratio*, $r_h = \frac{v_{fg}}{V_{ftot}}$. *Hybrid ratio* tersebut adalah 0,0, 0,1, 0,2, 0,3 dan 0,4. Untuk variabel 2 adalah perbandingan panjang span (L) terhadap tebal bahan. Variabel penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Variabel penelitian

Kode Variasi	Vaeiabel 2 (L/d)			Variabel 1 ($r_h = v_{fg}/V_{ftotal}$)				
	16	24	32	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4
1 1	√			√				
1 2	√				√			
1 3	√					√		
1 4	√						√	
1 5	√							√
2 1		√		√				
2 2		√			√			
2 3		√				√		
2 4		√					√	
2 5		√						√
3 1			√	√				
3 2			√		√			
3 3			√			√		
3 4			√				√	
3 5			√					√

3.3.1. Bentuk dan ukuran spesimen

Langkah yang pertaman dilakukan adalah menyiapkan cetakan dengan ukuran yang telah ditentukan dan disesuaikan menurut kebutuhan dengan panjang 300 mm, lebar 250 mm, tinggi 4 mm seperti pada Gambar 3.19. Langkah kedua pada saat penuangan dan pencetakan perlu diberikannya penekanan pada cetakan agar komposit dapat memadat dengan sempurna, penekanan cetakan menggunakan alat *press mold* hidrolik dengan kapasitas tekan 10 ton. Setiap proses pencetakan nantinya akan diperoleh plat komposit, plat komposit ini nantinya akan dipotong sesuai dengan standar ASTM D790. Bentuk dan ukuran spesimen dapat dilihat pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19. Bentuk dan ukuran spesimen (a). bentuk desain spesimen, (b). Plat komposit; (c). Spesimen dengan standar ASTM D790

3.3.2. Pembuatan komposit

3.3.2.1. Perhitungan fraksi volume

Pada $V_f = 0,3$ diperoleh perhitungan sebagai berikut :

Diketahui:

Massa jenis serat ijuk (ρ_i) = 1,030 gr/cm³

Massa jenis serat gelas (ρ_g) = 2,54 gr/cm³

Massa jenis epoksi (ρ_m) = 1,17 gr/cm³

Dimensi cetakan Panjang (p) = 30 cm

Lebar (l) = 25 cm

Tebal (t) = 0,4 cm

1. Volume cetakan (v_c)

$$\begin{aligned} v_c &= p \cdot l \cdot t \\ &= 30 \cdot 25 \cdot 0,4 \text{ (cm)} \\ &= 300 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

2. Volume serat ($v_{f_{tot}}$) dengan persamaan (2.1b)

$$\begin{aligned} v_{f_{tot}} &= v_c \cdot V_{f_{tot}} \\ &= 300 \text{ cm}^3 \cdot 0,3 \\ &= 90 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

- Massa serat gelas

$$m_{f_g} = v_{f_{tot}} \cdot r_h \cdot \rho_g \dots\dots\dots (3.1a)$$

- Massa serat ijuk

$$m_{f_i} = v_{f_{tot}} (1 - r_h) \cdot \rho_i \dots\dots\dots (3.1b)$$

- Menghitung massa serat ijuk untuk variasi harga r_h menurut persamaan (3.1a) dan (3.1b).

1. 0,0
2. 0,1
3. 0,2
4. 0,3
5. 0,4

1. $r_h = 0,0$

$$\begin{aligned} m_{f_{i1}} &= 90 \text{ cm}^3 (1 - 0,0) \cdot 1,030 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 92,7 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{f_{g1}} &= 90 \text{ cm}^3 \cdot 0,0 \cdot 2,54 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 0 \text{ gr} \end{aligned}$$

2. $r_h = 0,1$

$$\begin{aligned} m_{f_{i2}} &= 90 \text{ cm}^3 (1 - 0,1) \cdot 1,030 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 83,43 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{fg2} &= 90 \text{ cm}^3 \cdot 0,1 \cdot 2,54 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 22,54 \text{ gr} \end{aligned}$$

3. $r_h = 0,2$

$$\begin{aligned} m_{fis} &= 90 \text{ cm}^3 (1 - 0,2) \cdot 1,030 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 74,16 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{fg3} &= 90 \text{ cm}^3 \cdot 0,2 \cdot 2,54 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 45,72 \text{ gr} \end{aligned}$$

4. $r_h = 0,3$

$$\begin{aligned} m_{fi4} &= 90 \text{ cm}^3 (1 - 0,3) \cdot 1,030 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 64,89 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{fg4} &= 90 \text{ cm}^3 \cdot 0,3 \cdot 2,54 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 68,54 \text{ gr} \end{aligned}$$

5. $r_h = 0,4$

$$\begin{aligned} m_{fis} &= 90 \text{ cm}^3 (1 - 0,4) \cdot 1,030 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 55,62 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{fg5} &= 90 \text{ cm}^3 \cdot 0,4 \cdot 2,54 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 91,44 \text{ gr} \end{aligned}$$

Perhitungan massa matriks dapat dilihat sebagai berikut:

1. Volume matriks (v_m)

$$\begin{aligned} v_m &= v_c - v_{ftot} \\ &= 300 \text{ cm}^3 - 90 \text{ cm}^3 \\ &= 210 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Maka massa matriks, menurut persamaan (2.5)

$$\begin{aligned} m_m &= 300 \text{ cm}^3 (1 - 0,3) \cdot 1,17 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 245,7 \text{ gr} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan material selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Hasil perhitungan material

r_h	Serat ijuk (gr)	Serat gelas (gr)	Epoksi (gr)
0,0	92,70	0	245,70
0,1	83,43	22,54	245,70
0,2	74,16	45,72	245,70
0,3	64,89	68,58	245,70
0,4	55,62	91,44	245,70

3.3.3. Pencetakan Komposit

1. Proses persiapan cetakan
 - a. Cetakan yang dipakai terbuat dari plat besi dengan dimensi untuk cetakan komposit 30 x 25 x 0,4 (cm). Cetakan dapat dilihat pada gambar 3.20.

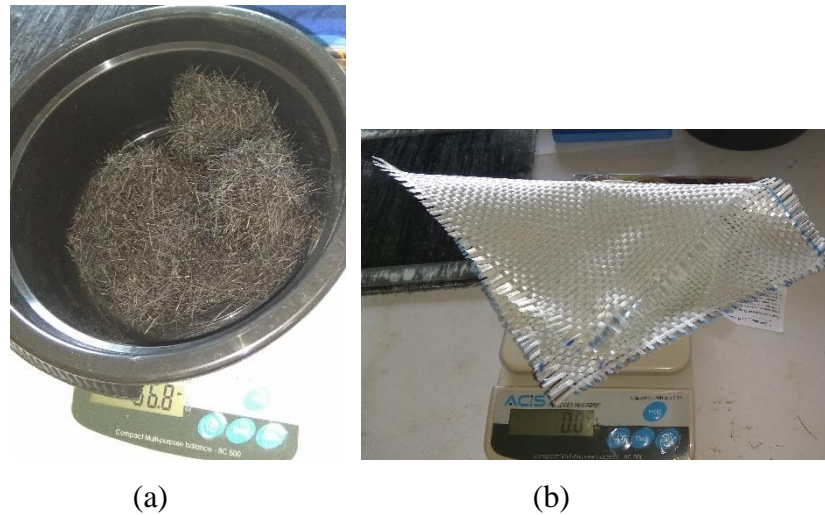


Gambar 3.20. Cetakan komposit

- b. Pada bagian permukaan cetakan dipasang lakban kuning dengan tujuan mendapatkan hasil yang halus dan dengan cara itu cetakan mudah untuk dilepas.
- c. Mengolesi cetakan dengan wax agar komposit tidak lengket.

2. Proses persiapan serat ijuk dan serat gelas

Serat yang akan digunakan terlebih dahulu ditimbang sesuai dengan takaran yang telah diperhitungkan sebelumnya.



Gambar 3.21. Proses persiapan serat (a). serat ijuk dan (b). serat gelas

3. Untuk komposit *hybrid* terlebih dahulu menyusun serat gelas satu arah (unidireksional). Contoh susunan serat dapat dilihat pada gambar 3.22.



Gambar 3.22. Susunan serat gelas searah

4. Proses persiapan matriks epoksi

Matriks epoksi dipersiapkan sesuai dengan hasil perhitungan massa matriks, untuk penggunaan matriks epoksi dibuat 1:1 sesuai standar aturan campuran yang telah tertulis di wadah epoksi tersebut. Kemudian matriks epoksi diaduk searah secara perlahan dengan menggunakan stik es krim agar meminimalkan void.

5. Proses pencetakan

Pencetakan komposit dilakukan dengan cetakan tekan (*press mold*)

6. Karena menggunakan serat ijuk acak, sehingga penuangan serat dengan cara ditabur perlahan secara merata ke setiap daerah dan sudut cetakan lalu kemudian matriks dituangkan ke cetakan secara merata. Proses penaburan serat ijuk dapat dilihat pada gambar 3.23.



Gambar 3.23. Proses penaburan serat ijuk acak

7. Untuk komposit *hybrid* proses awal adalah menuangkan matriks epoksi secukupnya ke cetakan yang telah disusun serat gelas searah, hal ini dimaksudkan agar serat gelas dapat terbasahi dengan sempurna. Kemudian menaburkan serat ijuk secara acak dan merata, selanjutnya menuangkan kembali matriks ke cetakan secara merata. Proses pembasahan serat gelas dapat dilihat pada gambar 3.24.



Gambar 3.24. Proses pembasahan serat gelas

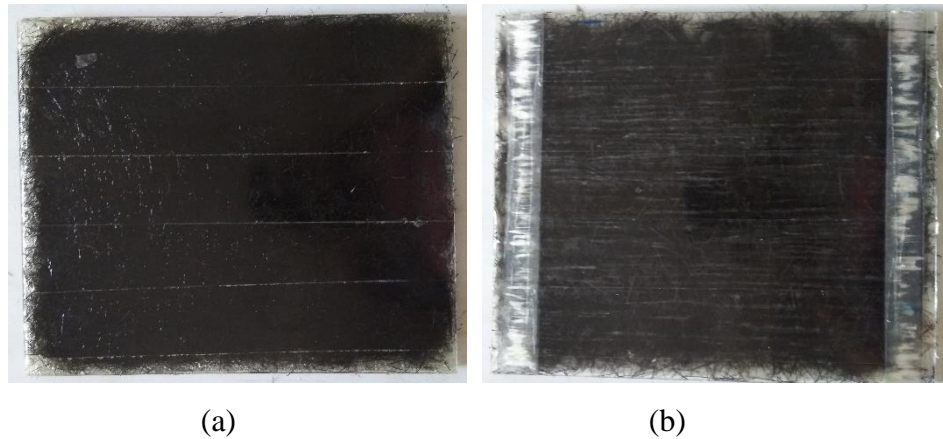
8. Setelah cetakan dan semua serat telah terbasahi langkah selanjutnya menutup cetakan dan dilakukannya penekanan/pengpresan dengan menggunakan dongkrak hidrolik manual. Proses pengepresan dapat dilihat pada gambar 3.25.



Gambar 3.25. Pengepresan dengan menggunakan dongkrak

9. Karena menggunakan matriks epoksi untuk lama waktu pengepresan ± 24 jam.
10. Kemudian membuka cetakan menggunakan linggis kecil untuk mengeluarkan komposit.

11. Hasil cetakan komposit *hybrid* serat ijuk acak/serat gelas searah dengan matriks epoksi.

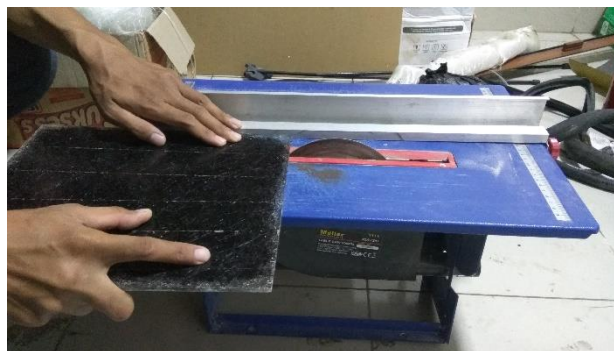


Gambar 3.26. Hasil cetakan komposit (a). komposit serat ijuk acak dan (b). komposit *hybrid* serat ijuk acak/serat gelas searah

3.3.4. Proses Pemotongan Spesimen

Setelah proses pencetakan selesai dan berhasil, langkah selanjutnya adalah proses pemotongan. Adapun langkah-langkah pemotongan sebagai berikut:

1. Plat komposit diukur dan kemudian digaris sesuai ukuran yang telah diperhitungkan mengacu pada ASTM D790.
2. Pemotongan menggunakan mesin potong komposit, proses pemotongan dapat dilihat pada gambar 3.27.



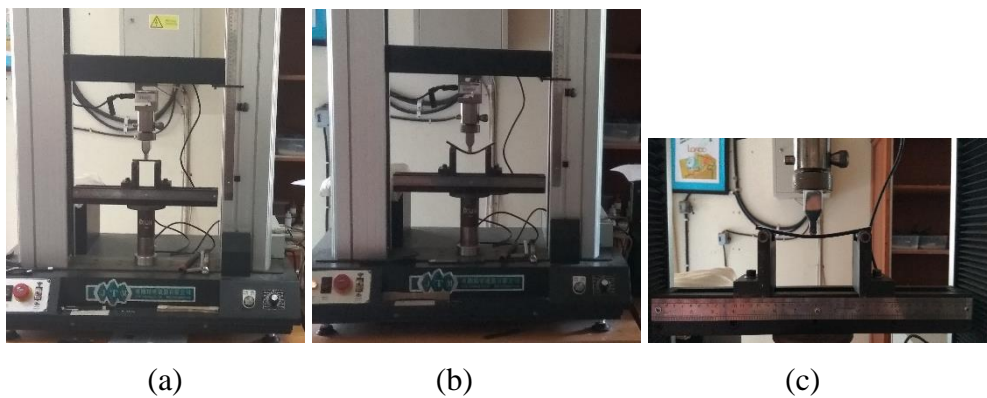
Gambar 3.27. Proses pemotongan komposit

3. Spesimen yang telah selesai dipotong kemudian diampas permukaan kanan dan kiri agar sisa hasil permukaan pemotongan menjadi halus dan rata.
4. Tahap akhir adalah menyimpan spesimen kadalam wadah yang kedap udara dan memberi silica gel agar kelembaban tetap terjaga.

3.4. Prosedur Pengujian Bending

Adapun langkah-langkah pengujian bending yang dilakukan sebagai berikut:

1. Mengukur dimensi spesimen meliputi: panjang, lebar dan tebal.
2. Menyalakan UTM untuk pengujian bending.
3. Memasang spesimen uji pada tumpuan dengan tepat dan pastikan identor tepat ditengah-tengah kedua tumpuan. Gambar 3.28 Posisi pemasangan spesimen yang siap diuji.



Gambar 3.28. Posisi pemasangan spesimen (a). spesimen L=64; (b). spesimen L=96; dan (c). spesimen L=128

4. Menentukan kepala silang dengan perhitungan sebagai berikut:

1. $R = ZL^2 / 6d$
 $= 0,01\text{mm/mm/min} \cdot 64^2 \text{ mm} \cdot 6 \cdot 4 \text{ mm}$
 $= 1,706 \text{ mm/min}$
2. $R = ZL^2 / 6d$
 $= 0,01 \text{ mm/mm/min} \cdot 96^2 \text{ mm} \cdot 6 \cdot 4\text{mm}$

$$= 3,84 \text{ mm/min}$$

$$3. R = ZL^2 / 6d$$

$$= 0,01 \text{ mm/mm/min} \cdot 128^2 \text{ mm} \cdot 6 \cdot 4 \text{ mm}$$

$$= 6,83 \text{ mm/min}$$

Dimana:

R = kepala silang (mm/min)

Z = laju peregangan 0,01 (mm/mm/min)

L = panjang span (mm)

d = tebal spesimen (mm)

5. Setelah mendapatkan data hasil pengujian dilanjutkan dengan perhitungan karakterisasi kekuatan bending.

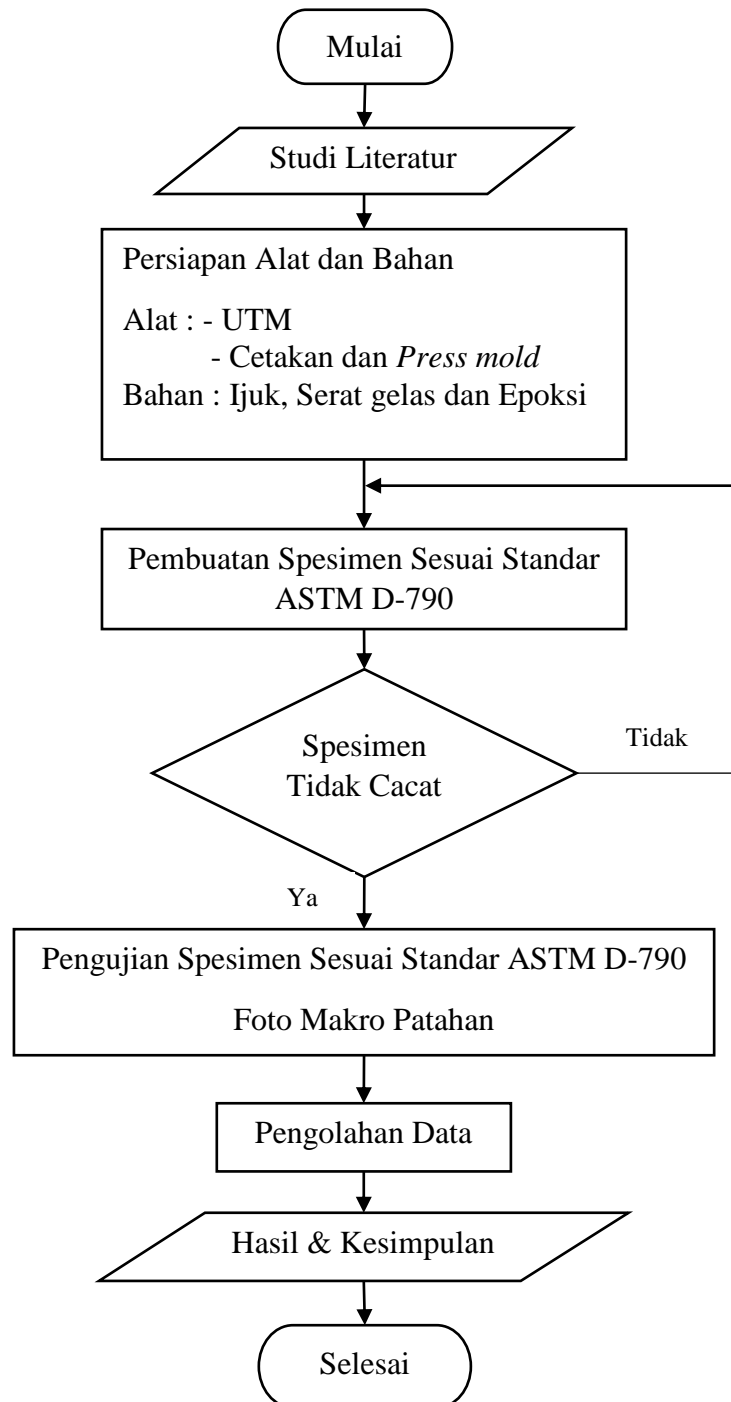
3.5. Pengamatan Struktur Makro

Pengambilan foto makro bertujuan untuk mengetahui jenis/bentuk patahan dan pola kegagalan yang terjadi pada spesimen komposit akibat pengujian bending. Objek foto penampang patahan bending diambil dari samping benda uji.

Adapun langkah-langkah pengambilan foto patahan makro adalah sebagai berikut:

1. Menyalakan alat mikroskop makro beserta komputernya
2. Meletakkan spesimen pada "*Stage Plate*" atau meja objek.
3. Mengatur pembesaran yang diinginkan.
4. Melihat gambar pada layar komputer.
5. Memfokuskan gambar.
6. Melakukan pengambilan gambar.
7. Melihat hasil pemotretan gambar.

3.6. Diagram alir



Gambar 3.29. Diagram alir penelitian