

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Bahan dan Alat

#### 3.1.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Serat ijuk aren

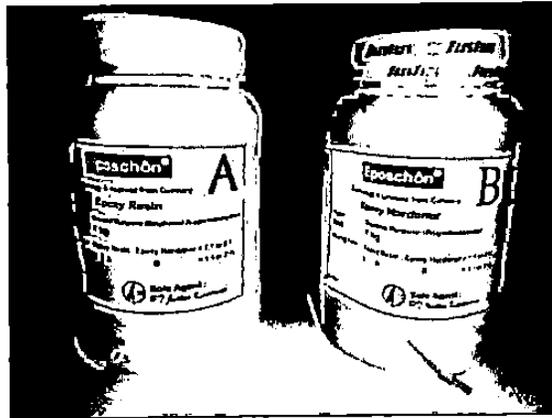
Serat ijuk aren didapatkan dari salah satu sentra kerajinan industri kecil “kerajinan ijuk” Desa Manggis, Kecamatan Mojosongo, Kabupaten Boyolali. Serat ijuk diukur diameternya pada foto mikronya dengan menggunakan program Image J. Pada setiap seratnya diukur dalam tiga titik yang berbeda kemudian diambil rata-ratanya. Adapun diameter serat yang digunakan dalam penelitian ini dengan diameter 0,22 - 0,51 mm dengan SD = 0.05 mm.



**Gambar 3.1.** Serat ijuk aren

2. Epoksi & Hardener

Matrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis resin epoksi Bisphenol *A-Epichlorohydrin*, *Eposchan A* dan *Hardener*nya jenis *Polyaminoamide*, *Eposhcon B* produksi PT Justus Kimia Raya dengan teknologi dan lisensi dari Jerman. Adapun spesifikasi produk tersebut



**Gambar 3.2.** Epoksi dan *hardener*

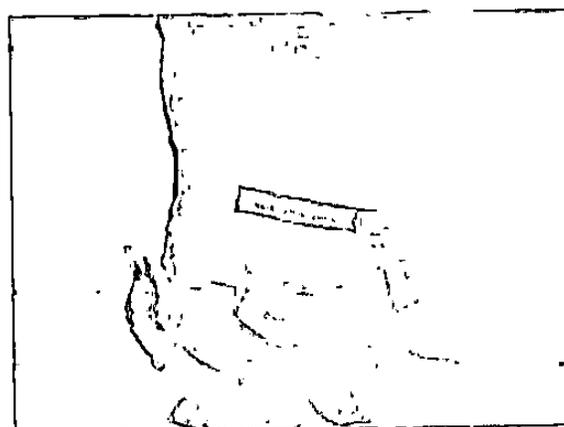
**Tabel 3.1** Spesifikasi *epochon A* dan *epochon B*.

Karakteristik epoksi resin dan hardener		
sifat	resin	hardener
Densitas	$1.17 \pm 0.01 \text{ g/cm}^3$	$0.97 \text{ g/cm}^3$
viscositas	$13.000 \pm 2.000 \text{ mPa's}$	300-600 pcs
flash point	185 °C	>250 °C

Sumber: Bakelite dan versamid

### 3. Alkali (NaOH)

Alkali (NaOH) digunakan membuat larutan yang digunakan untuk merendam serat guna menghilangkan kotoran atau lignin pada serat. seperti terlihat pada Gambar 3.3



### 3.1.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Mesin uji *pull-out*

Mesin uji *pull-out* digunakan untuk melakukan pengujian tarik komposit serat tunggal ijuk aren atau epoksi.



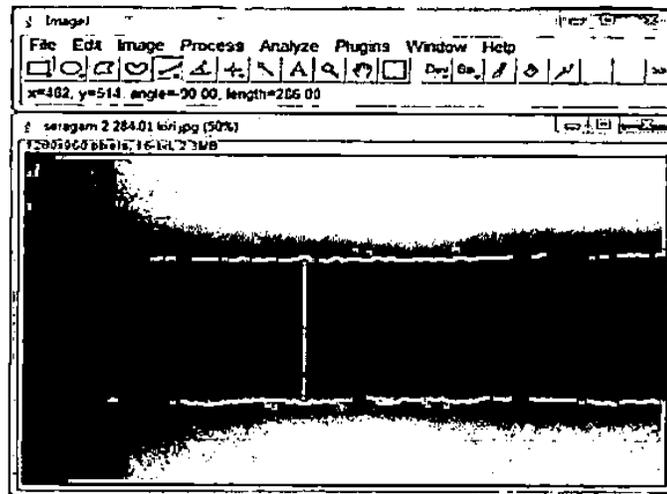
**Gambar 3.4.** Mesin *pull-out*

Mesin yang digunakan berada di Laboratorium Bahan dan Pengujian Sarjana dan Pasca Sarjana Fakultas Teknik Mesin Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Adapun spesifikasi mesin tersebut sebagai berikut:

Merk : Salter Weigh - Tronix  
Kapasitas : 2000 N  
Produksi : England

2. Perangkat lunak *ImageJ*

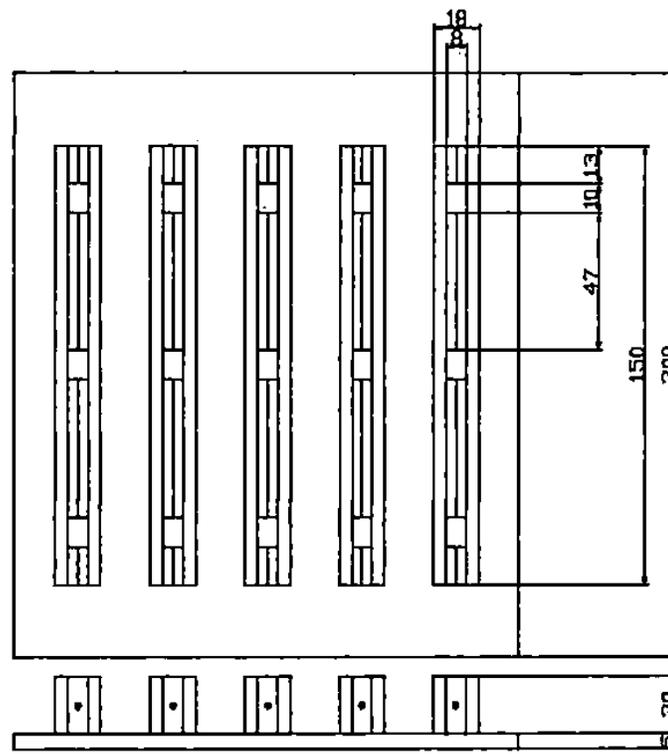
Perangkat lunak *ImageJ* digunakan untuk pengolahan data yang berupa foto baik makro maupun mikro termasuk mengukur diameter tiap serat



**Gambar 3.5. Aplikasi *ImageJ***

### 3. Cetakan

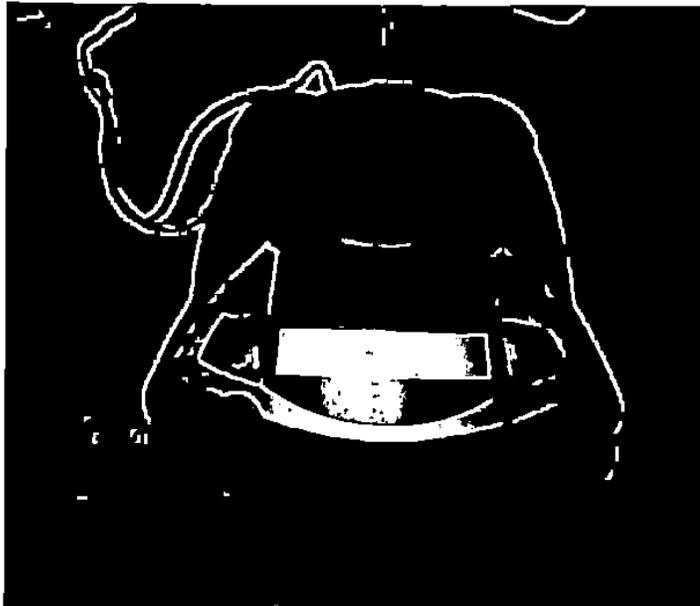
Cetakan digunakan untuk mencetak spesimen serat tunggal ijuk aren atau epoksi. Cetakan terbuat dari dari kaca dengan ukuran panjang 200 mm, lebar 8 mm, tinggi 20 mm seperti terlihat pada Gambar 3.6



**Gambar 3.6. Cetakan**

#### 4. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk mengetahui massa alkali yang digunakan saat perendaman serat.

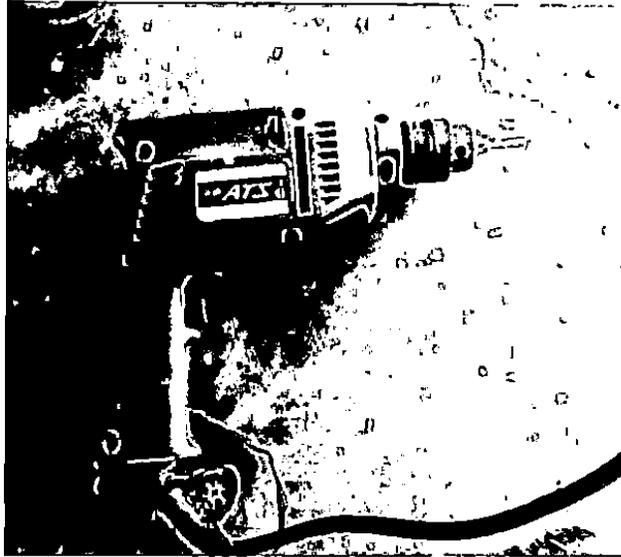


**Gambar 3.7.** Timbangan digital

Spesifikasi timbangan yang digunakan adalah dengan merk Scout Pro, berkapasitas 200 g dengan ketelitian 0,01 g

#### 5. Bor listrik

Digunakan untuk menghilangkan/ memutus serat yang ada didalam komposit sehingga menghasilkan sisa serat yang tertanam dalam komposit sesuai ketentuan panjang kritis serat tersebut. Dalam penelitian ini, bor yang digunakan adalah bor dengan merk ATZ type JIZ-10 dengan daya 220V-50Hz-300Watt-2600 r/min dengan mata bor 1.5 mm



**Gambar 3.8. Bor listrik**

#### 6. Mesin amplas

Mesin amplas digunakan untuk menghilangkan sisa resin yang menempel pada sisi pinggir spesimen akibat pengecoran yang kurang rapi guna mendapatkan sisi spesimen yang rata. seperti terlihat pada Gambar 3.9



**Gambar 3.9. Mesin amplas**

#### 7. Kamera foto makro

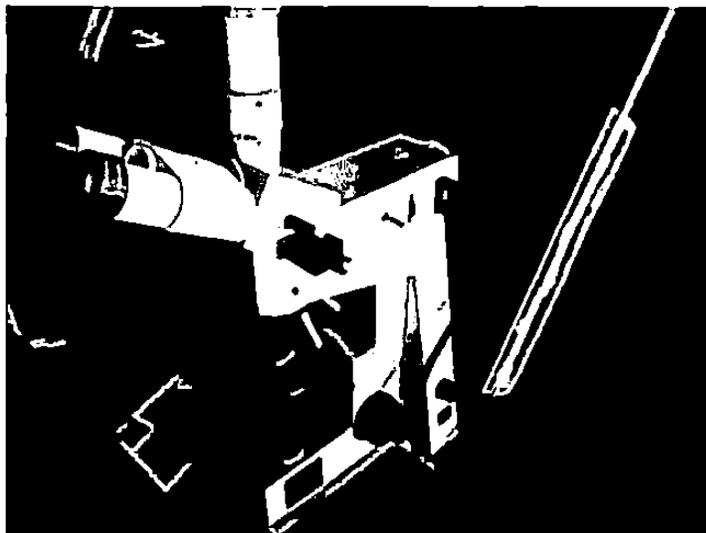
Digunakan untuk mengambil gambar spesimen uji dan untuk dokumentasi setiap tahap prosesnya. Pemotretan dilakukan dengan menggunakan kamera digital Samsung PL 170 dengan resolusi 16.1 Mega Pixel



**Gambar 3.10.** Kamera digital

## 8. Mikroskop

Mikroskop digunakan untuk mengambil gambar mikro dari spesimen uji.

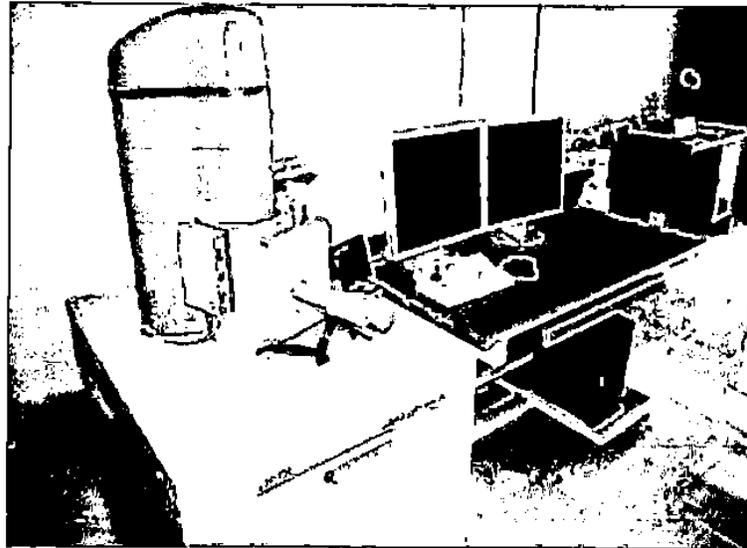


**Gambar 3.11.** Mikroskop

Adapun spesifikasi mikroskop yaitu dengan merk Zeiss tipe Axiolab pol (0,5) dengan resolusi max 5 Mp

## 9. Mesin uji *scanning electron microscopy* ( SEM )

Mesin SEM digunakan untuk mengetahui iringan struktur suatu benda



**Gambar 3.12. Mesin uji SEM**

Mesin yang digunakan berada di LPPT (Lembaga Pusat Penelitian Terpadu) Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Adapun spesifikasinya alat tersebut dengan merk JSM-6510LA, produksi Japan

#### 10. Lilin Mainan (*Wax*)

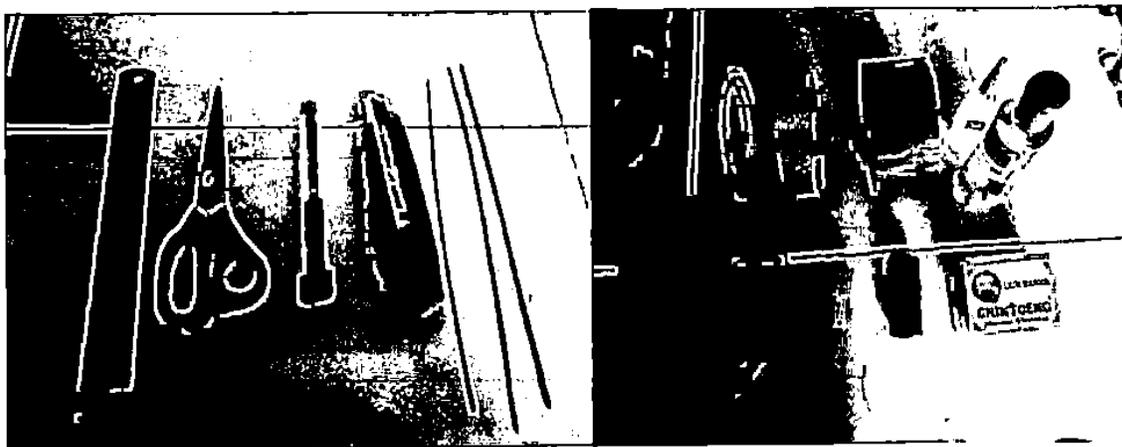
Lilin Mainan (*Wax*) disiapkan dengan panjang 2 cm, lebar 0,8 cm dan tebal 1 cm yang nantinya digunakan sebagai penyumbat pada ujung dan tengah cetakan agar resin tidak mengalir keluar cetakan.



**Gambar 3.13. Lilin Mainan (*Wax*)**

### 11. Alat Bantu Lain.

Alat bantu lain yang digunakan meliputi: gunting, lidi, pisau, spidol, penggaris, kertas karton, lem, gelas ukur, *dobel tipe* besar dan kecil, benang jahit, minyak kayu putih, solasi besar, pengaduk dan lain-lain.



Gambar 3.14. Alat bantu

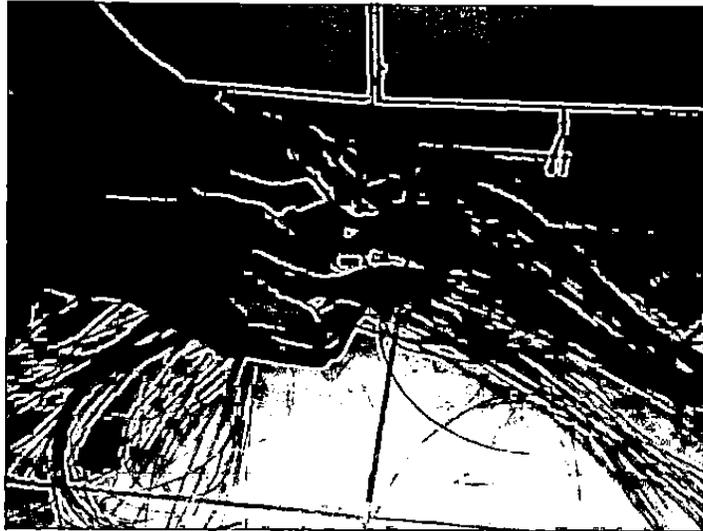
## 3.2 Pengadaan dan Persiapan Serat

### 3.2.1 Perlakuan Serat

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

1. Serat diambil dari ijuk aren, dilakukan dengan cara memilah-milah satu persatu. Pengelompokan serat dilakukan dengan cara mengukur diameter tiap serat menggunakan *ImageJ*. Tiap serat diukur pada tiga bagian yang berbeda. Kemudian diambil rata-ratanya. Nilai rata-rata tersebut dikelompokkan dalam

... dari 10 cm agar mudah



**Gambar 3.15.** Pengambilan serat

2. Pelabelan, bertujuan agar tidak terjadi kesalahan dalam menandai diameter masing-masing dan agar mudah dalam melakukan perendaman setiap jamnya. Pelabelan di spesimen ini, menggunakan kertas dan pada ujung kertas diikat benang jahit lalu diikatkan diserat ijuk, lalu di lem pada ujung serat ijuk tersebut agar tidak mudah lepas.

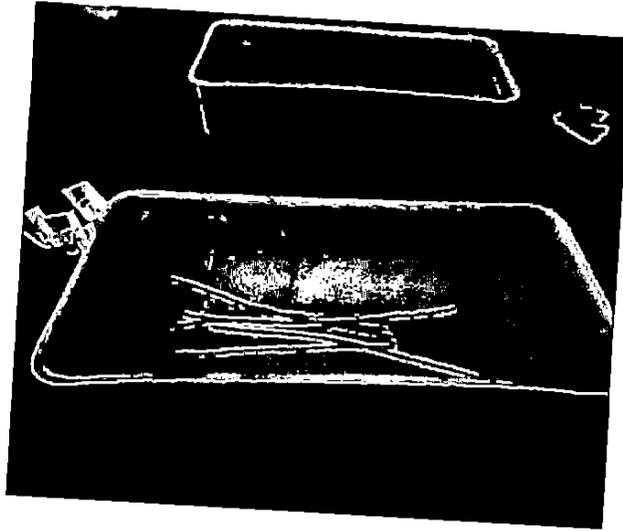
### 3.2.2 Perlakuan Alkali (NaOH)

Proses perlakuan alkali adalah sebagai berikut:

1. Merendam serat dengan menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi alkali 0; 2,5; 5; 7,5 dan 10%. Perendaman dilakukan selama 0 ; 2 ; 4; 6 dan 8 jam untuk setiap konsentrasinya, setelah 0; 2; 4; 6 dan 8 jam serat diangkat dari rendaman alkali. Untuk perhitungan perbandingan alkali dan air bisa dilihat pada lembar Lampiran A.

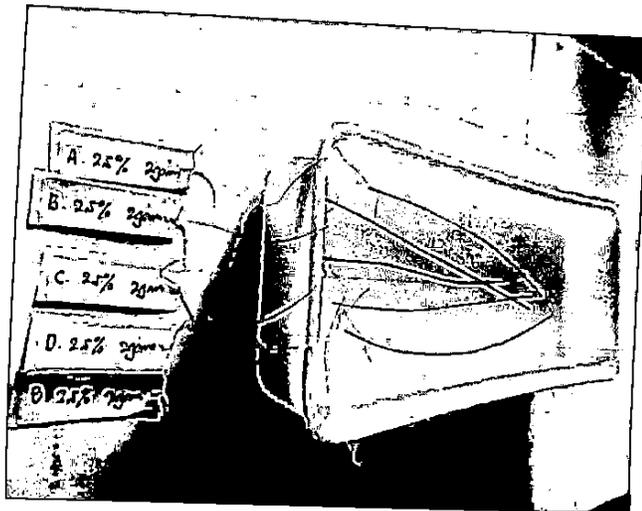
**Tabel 3.2.** Kadar perbandingan takaran konsentrasi alkali dengan air.

Konsentrasi(%)	NaOH (g)	Air (ml)
0	-	500
2,5	12,5	487,5
5	25	475
7,5	37,5	462,5
10	50	450



**Gambar 3.16.** Perendaman alkali (NaOH)

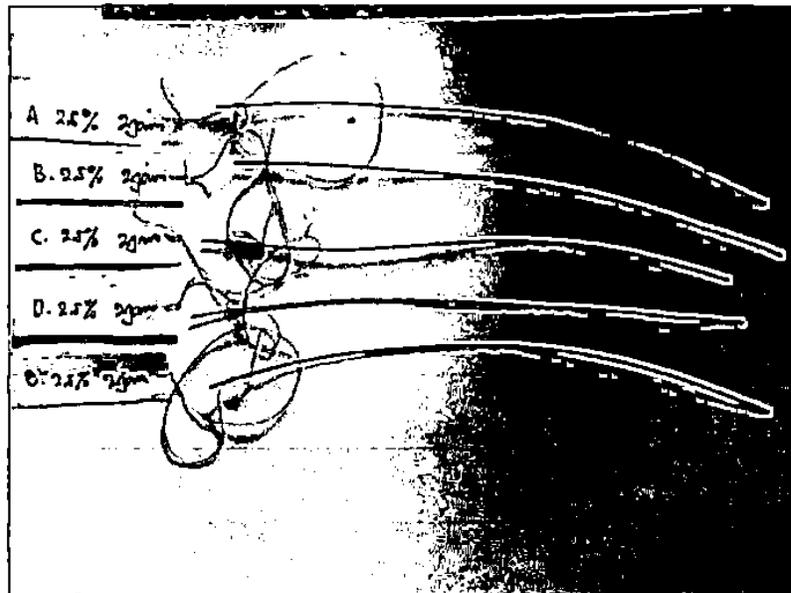
2. Membilas serat yang telah diberi perlakuan alkali dengan air bersih dengan cara merendam dengan air selama 2 hari dengan ketentuan setiap 6 jam sekali air diganti, perendaman ini dimaksudkan untuk menetralsir serat setelah mengalami perlakuan alkali untuk tabel waktu perendaman bisa dilihat pada Lampiran B.



**Gambar 3.17.** Perendaman serat dengan air

3. Proses selanjutnya yaitu mengangkat dan mengeringkan serat pada suhu kamar hingga kering sempurna selama  $\pm$  3 hari. Serat tersebut tidak boleh

dijemur dibawah sinar matahari langsung karena akan merusak struktur serat tersebut.



**Gambar 3.18.** Serat setelah perlakuan alkali

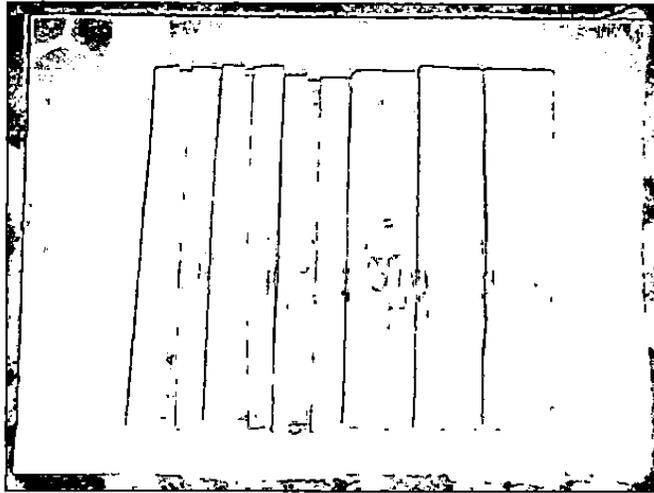
### 3.3. Pembuatan Komposit Serat Tunggal

#### 3.3.1. Pembuatan Spesimen

Pencetakan spesimen dilakukan dengan cara cetak. Adapun beberapa proses pencetakan spesimen meliputi beberapa tahapan, yaitu:

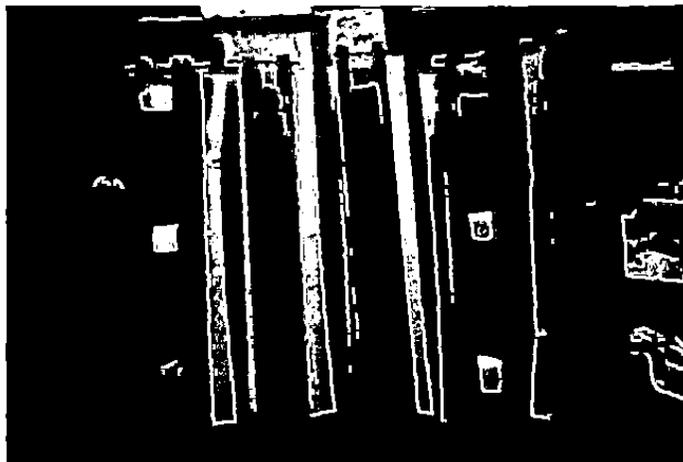
##### 1. Persiapan cetakan

- a. Permukaan cetakan kaca dibersihkan dari debu dan kotoran yang menempel. Kemudian cetakan kaca yang sudah dibersihkan dilapisi atau dibungkus dengan *release film* yang bertujuan untuk mempermudah dalam pelepasan spesimen dari cetakan. Selain mempermudah pelepasan permukaan *release film* dari spesimen juga



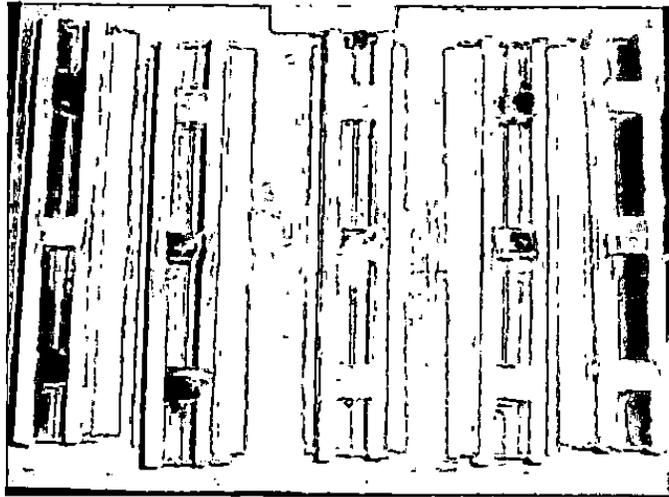
**Gambar 3.19.** Pelapisan cetakan dengan *release film*

- b. Pada kedua ujung dan tengah cetakan dipasang potongan *wax* sebagai penyumbat dengan tujuan resin tidak tumpah keluar cetakan sehingga nantinya didapat bentuk spesimen sesuai keinginan. seperti terlihat pada Gambar 3.20



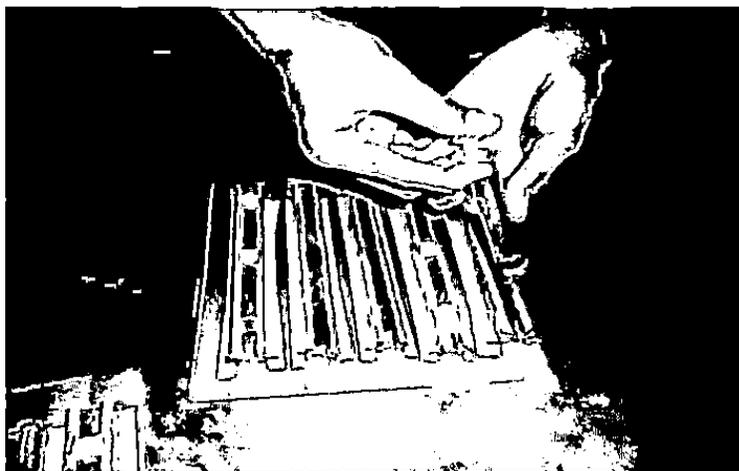
**Gambar 3.20.** Pemasangan *wax*

- c. Kemudian menata serat ijuk aren di dalam cetakan yang diisi serat berdiameter sedang pada masing-masing cetakkan, setelah itu serat ijuk dan *wax* yang sudah ditata dan diatur jaraknya masing-masing 4,7 cm dan diikatkan pada lidi kedua ujung serat ijuk tersebut. Hal ini bertujuan untuk didapatkan ijuk yang lurus pada saat dicetak



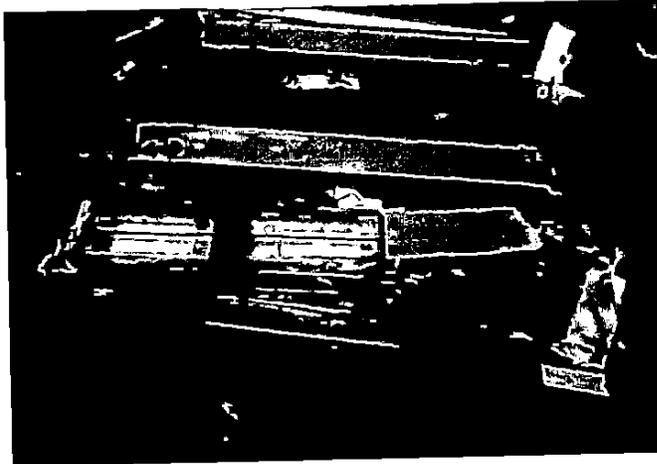
**Gambar 3.21.** Cetakan yang siap dicor

2. Tahapan berikutnya yaitu mencampurkan epoksi dengan hardener menggunakan perbandingan 2 : 1 sesuai dengan tertera pada wadah dan campuran keduanya pada gelas ukur. Kemudian diaduk agar terjadi penyatuan secara merata. Pengadukan dilakukan searah, hingga resin siap dituang dalam cetakan.
3. Menuangkan resin secara perlahan dan merata kedalam cetakan sampai penuh menggunakan suntikan untuk mempermudah penuangan. Penuangan dilakukan pada satu titik yang bertujuan untuk meminimalkan void yang terjebak pada saat pencetakan tersebut. Untuk perhitungan volume dalam cetakan bisa dilihat pada Lampiran C.



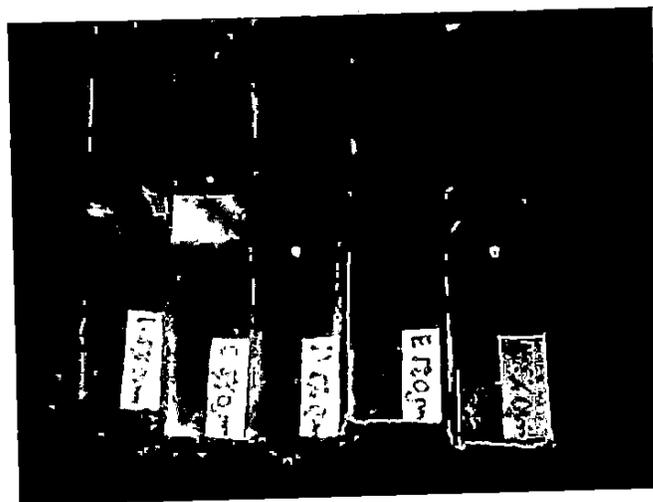
**Gambar 3.22.** Penuangan resin

4. Tunggu kering kira-kira  $\pm$  12 jam kemudian dilepas dari cetakan hingga diperoleh bentuk spesimen seperti dibawah ini.



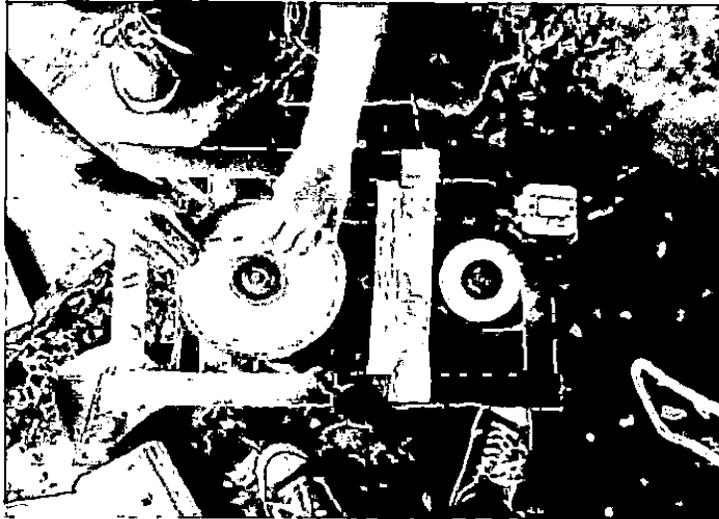
**Gambar 3.23.** Hasil cetakan

5. Setelah dilepas dari cetakan diamkan dalam suhu kamar  $\pm$  1 hari, dengan tujuan resin pada bagian dalam benar-benar kering.
6. Setelah resin benar-benar kering kemudian diberi label sesuai dengan kode konsentrasi dan waktu perendaman.



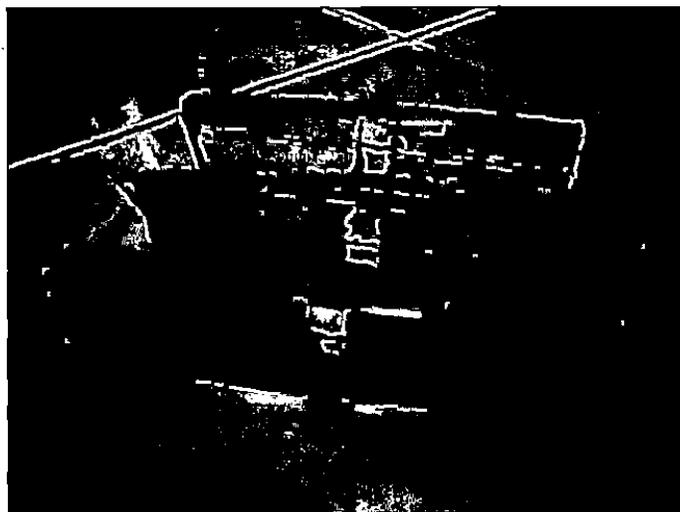
**Gambar 3.24.** Spesimen jadi

7. Hasil cetakan komposit kemudian diampelas menggunakan mesin ampelas yang bertujuan untuk menghaluskan ujung tepi komposit. Proses pengamplasan bisa dilihat pada Gambar 3.25 dibawah



**Gambar 3.25.** Proses pengamplasan.

8. Tahap berikutnya adalah menghilangkan *wax* yang menempel pada pembatas resin dengan cara mengambil sedikit sampai *wax* benar-benar hilang. Kemudian alur resin yang menghubungkan antara komposit sebelah kanan dan kiri dipotong dengan menggunakan *cutter* yang sudah dipanaskan dan menggantinya dengan kertas karton untuk memudahkan dalam proses pengujian komposit tersebut.



**Gambar 3.26.** Penggantian dengan kertas karton

### 3.4. Pengeboran Spesimen

Pengeboran dilakukan untuk menghilangkan atau memutuskan serat yang ada didalam coran. Pengeboran menggunakan mata bor 1,5 mm dengan ketentuan panjang kritis serat ( $l_c$ ) yang sudah dihitung sebelumnya sehingga di dapatkan panjang kritis 4.5 mm yang tertanam di dalam matrik. Panjang kritis tersebut dihitung menggunakan persamaan (2.1). Penghitungannya adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan panjang kritis konsentrasi 0% waktu rendam 2 jam

$$d = 0,40 \text{ mm}$$

$$\sigma_a = 223,11 \text{ N}$$

$$\tau_a = 5,41 \text{ MPa}$$

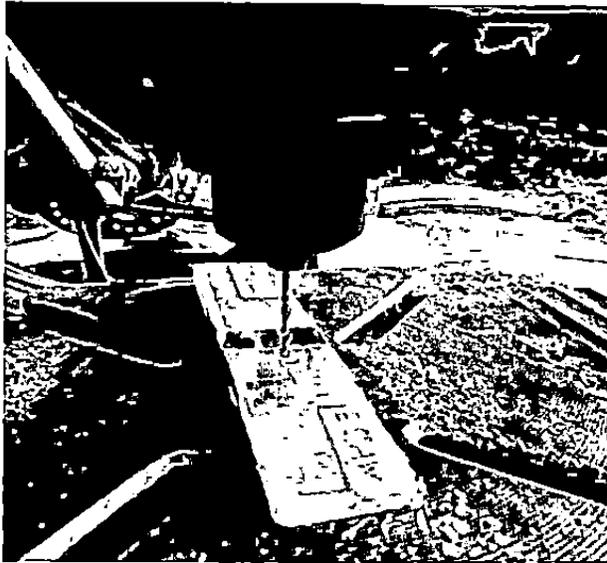
$$l_c = \frac{d \sigma_a}{4 \tau_a}$$

$$l_c = \frac{0,40 \text{ mm} \times 223,11 \text{ N}}{4 \times 5,41 \text{ MPa}}$$

$$l_c = 4,12 \text{ mm}$$

Asumsi :  $\sigma_a = 223,11 \text{ N}$  dan  $\tau_a = 5,41 \text{ MPa}$  diambil dari referensi

Khairudin, dkk (2013). Untuk meminimalkan terjadinya flak sullet maka diambilkan



**Gambar 3.27.**Pengeboran spesimen

### **3.5. Pengujian Mekanis**

Pengujian dilakukan seperti yang pernah dilakukan oleh Nairn dkk (2001), Qing, Hua, dan Xi (2003) dan Yang dan Thomason (2009).

Adapun mekanisme pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menghidupkan mesin uji.
2. Mengatur kecepatan tarik mesin yaitu 10 mm/menit.
3. Pemasangan spesimen pada mesin uji.



**Gambar 3.28.** Posisi pemasangan spesimen

4. Mulai pengujian *pull-out* dengan kecepatan konstan.
5. Pencatatan dan pencetakan hasil pengujian sesuai dengan informasi yang diberikan dari hasil pengujian bahan komposit serat tunggal tersebut.

### 3.6. Pengambilan Foto Mikro

Pengambilan foto mikro bertujuan untuk mengetahui dan mengamati permukaan fiber yang telah diuji tarik dari matriknyadan mengamati perubahan struktur mikro spesimen dari pengaruh konsentrasi alkali terhadap serat.

Adapun langkah-langkah untuk pengambilan foto mikro adalah sebagai berikut:

1. Memasang lensa lensa *Optilab* untuk mencitrakan gambar dari mikroskop dikomputer.
2. Mengoperasikan mikroskop.
3. Mengatur lensa untuk perbesaran yang diinginkan.
4. Meletakkan spesimen pada "*Stage Plate*" atau meja objek.
5. Menjalankan software *Optilab* pada komputer.
6. Melihat pencitraan gambar pada layar komputer.
7. Mengambil gambar dengan resolusi paling tinggi.
8. Mengedit menggunakan "*imageraster*" untuk menentukan skala.
9. Menyimpan gambar dengan format "*BMP*".

### 3.7. Pengambilan Foto SEM (scanning electron microscopy)

Pengambilan foto SEM bertujuan untuk mengetahui dan mengamati permukaan fiber yang telah diuji tarik dari matriknyadan mengamati perubahan struktur mikro spesimen dari pengaruh konsentrasi alkali terhadap serat.

Adapun langkah-langkah untuk pengambilan foto SEM adalah sebagai berikut:

1. Memasang ijuk pada *Stage Plate* atau meja objek.
2. Perlakuan *coating* spesimen menggunakan platina.
3. Memasang spesimen pada ruang vakum.
4. Menjalankan SEM pada komputer.
5. Mengatur fokus pada layar komputer.
6. Melihat pencitraan gambar pada layar komputer.

7. Mengambil gambar dengan perbesaran yang diinginkan.
8. Masuk program EDS/EDX

### 3.8. Analisis Data

#### 3.8.1. Kalibrasi pengukuran diameter serat ijuk

Kalibrasi digunakan untuk mengatur acuan ukuran yang digunakan pada saat foto mikro dilakukan. Adapun cara kalibrasi foto mikro meliputi :

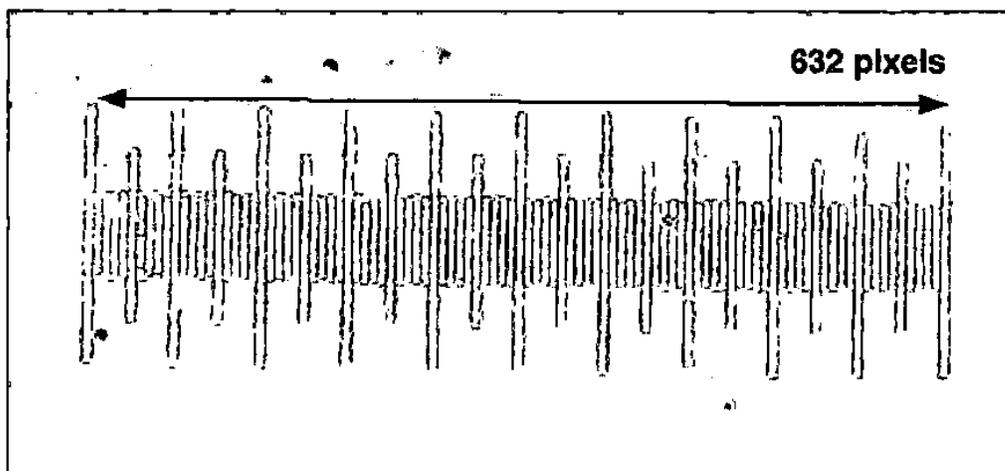
##### 1. langkah kalibrasi untuk foto mikro:

- mengukur jarak pada foto dalam pixel
- mengukur jarak pada standar ukuran dalam mikron
- penyetaraan

Catatan:

Perbesaran pada mikroskop menggunakan pembesaran 5x. Dengan

$$\text{perbandingan 1 pixels} = \frac{1000}{632} \text{ mm} = 1,582 \mu\text{m} \dots \dots \dots (3.1)$$



**Gambar 3.29.** Kalibrasi foto mikro

Adapun perhitungan dalam menentukan diameter serat menggunakan faktor kalibrasi pada persamaan (3.1) dengan prosedur sebagai berikut :

- Perhitungan diameter pada kode spesimen 0% waktu rendam 2 jam

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3} \dots \dots \dots (3.2.)$$

$$d = \frac{302 \text{ pixels} + 308 \text{ pixels} + 294 \text{ pixels}}{3} = 301 \text{ pixels}$$

$$d = 301 \text{ pixels} \times 1,582 \mu\text{m} = 476,80 \mu\text{m}$$

$$d = \frac{476,80}{1000} = 0,40 \text{ mm}$$

- Perhitungan standar deviasi pada spesimen 0% waktu rendam 2 jam

$$\bar{x} = \frac{0,42\text{mm} + 0,43\text{mm} + 0,31\text{mm} + 0,29\text{mm} + 0,32\text{mm}}{5}$$

$$\bar{x} = 0,36 \text{ mm}$$

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x^i - \bar{x})^2 \dots \dots \dots (3.3)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{5} ((0,42-0,36)^2 + (0,43-0,36)^2 + (0,31-0,36)^2 + (0,29-0,36)^2 + (0,32-0,36)^2)}$$

$$S = \sqrt{\frac{0,0175 \text{ mm}}{5-1}}$$

$$S = 0,005 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran, dan dari hasil perhitungan tersebut maka diameter dan standar deviasi dikelompokkan menjadi diameter 0,22 - 0,55 mm dengan SD = 0.05 mm

### 3.8.2. Perhitungan kuat geser dan kuat tarik

Data hasil dari pengujian mekanis dipresentasikan dalam bentuk grafik dan dianalisis dengan cara membandingkannya dengan hasil-hasil penelitian terdahulu yang sejenis. Sebagian besar spesimen mengalami kegagalan dengan *fiber pull out* sedangkan yang lainnya mengalami *fiber breakage* (putus). Fiber yang tercerabut menghasilkan kuat geser ikatan antar-muka sedangkan yang putus menghasilkan kuat tarik serat. Kuat geser antar-muka

tarik dihitung menggunakan persamaan (2.2). Penghitungannya adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan kuat geser rekatan antarmuka kadar alkali 0% waktu rendam 2 jam

$$P = 17,3 \text{ N}$$

$$\bar{D} = 0,40 \text{ mm}$$

$$l = 4,12 \text{ mm}$$

$$K = \pi \cdot 0,40 \text{ mm} = 1,25 \text{ mm}$$

$$A = K \times l = 1,25 \text{ mm} \times 4,5 \text{ mm} = 5,62 \text{ mm}^2$$

$$\tau = \frac{17,3 \text{ N}}{5,62} = 3,07 \text{ MPa}$$

2. Perhitungan kuat tarik specimen dengan kode konsentrasi 0% waktu rendam 2 jam

$$P = 17,3 \text{ N}$$

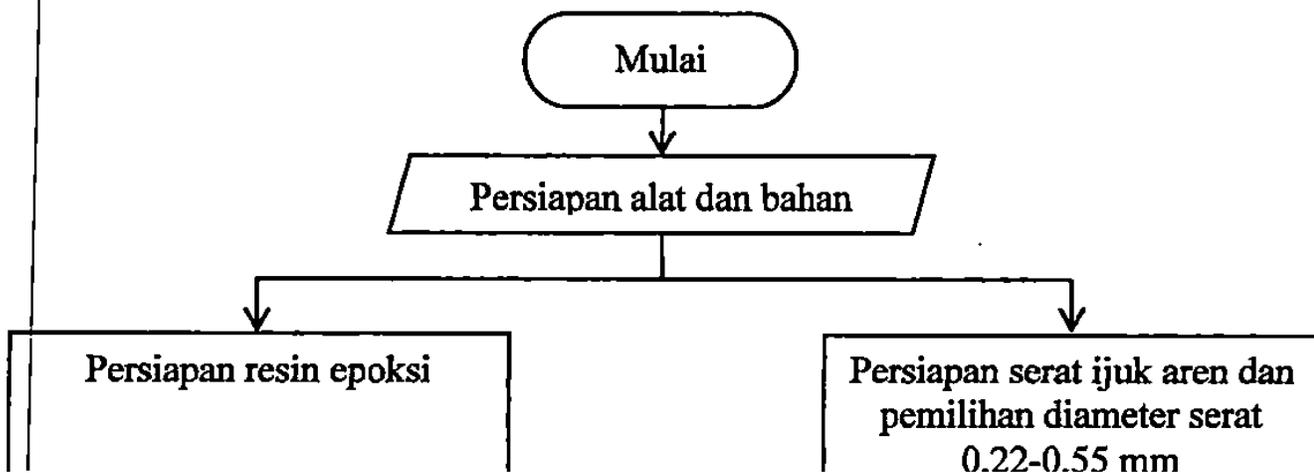
$$\frac{\pi}{4} d^2 = \frac{3,14}{4} 0,40^2 = 0,12 \text{ mm}^2$$

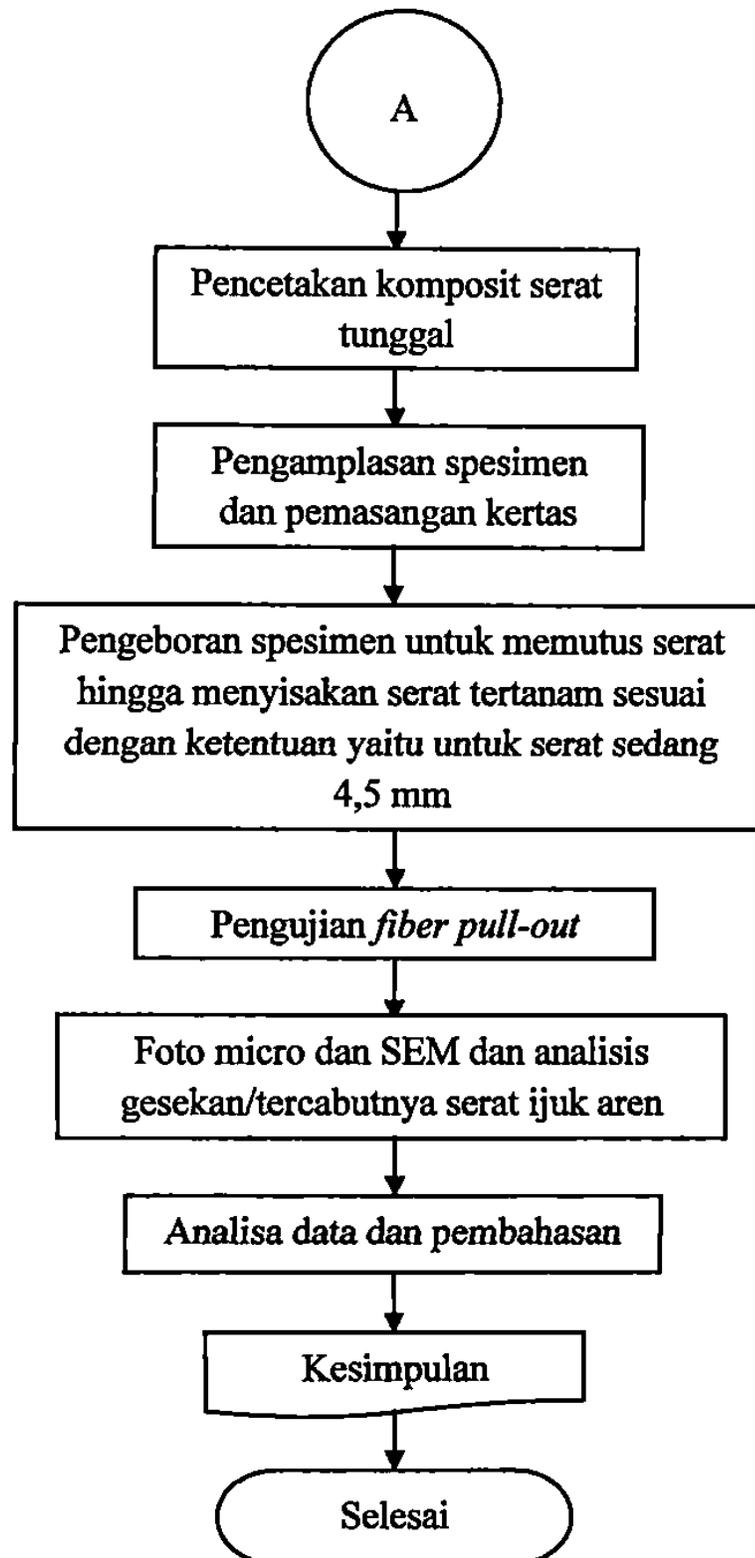
$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{17,3}{0,12} = 144,4 \text{ MPa}$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran D

### 3.9. Diagram alir penelitian

Adapun diagram alir dapat dilihat dibawah ini:





Gambar 3.30 Diagram alir penelitian