

## BAB III METODE PENELITIAN



### 3.1. Alat dan Bahan

#### 3.1.1. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

##### 1. Serat Ijuk Aren

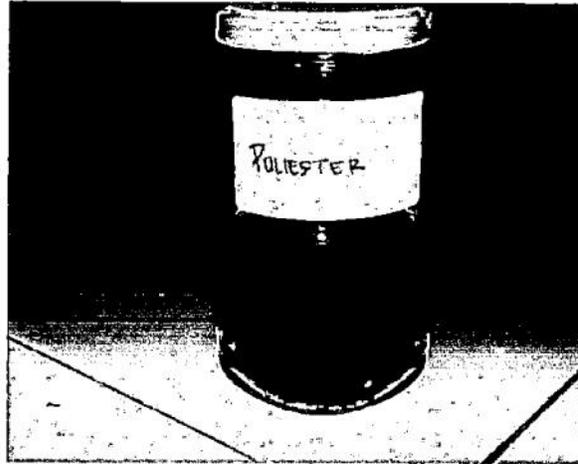
Serat ijuk aren didapatkan dari salah satu sentra kerajinan industri kecil “kerajinan ijuk” Desa Manggis, Kecamatan Mojosongo, Kabupaten Boyolali. Serat ijuk diukur diameternya pada foto mikronya dengan menggunakan program ImageJ. Pada setiap seratnya diukur dalam tiga titik yang berbeda kemudian diambil rata-ratanya.



**Gambar 3.1** Serat ijuk/aren

##### 2. Polyester

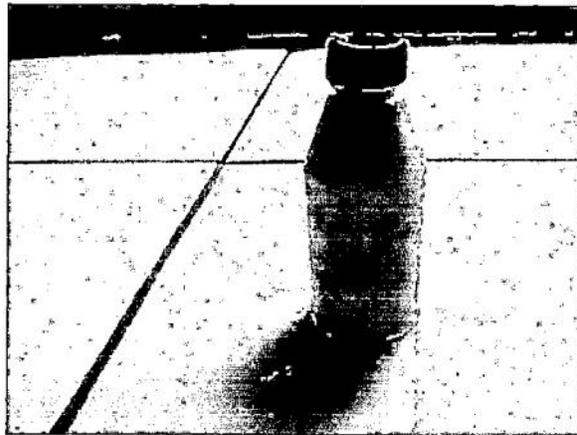
Resin yang digunakan adalah jenis resin Polyester *YUKALAC 268<sup>®</sup> BTQN Series*.



**Gambar 3.2 Polyester**

### 3. Katalis

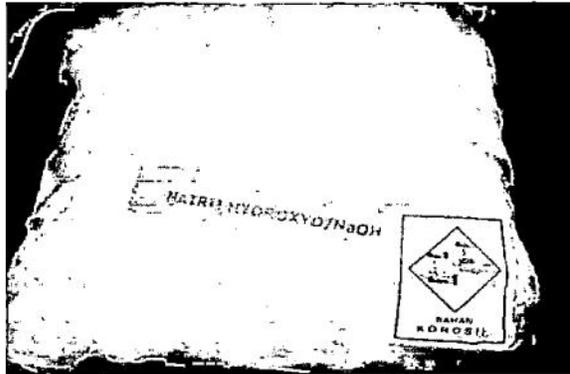
Katalis digunakan sebagai bahan tambahan pengeras resin. Jenis katalis yaitu *methyl ethyl ketone peroxide* (MEKPO).



**Gambar 3.3 Katalis**

#### 4. Alkali (NaOH)

NaOH digunakan untuk menghilangkan kotoran atau lignin pada serat.



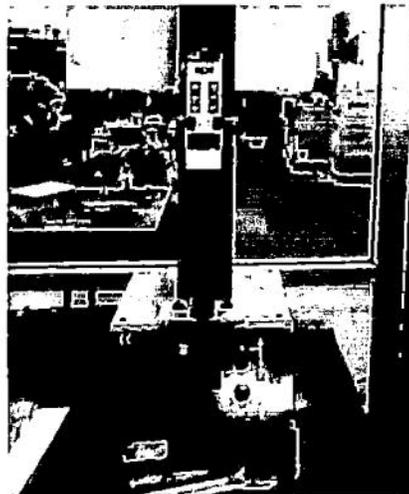
**Gambar. 3.4 Alkali (NaOH)**

#### 3.1.2. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

##### 1. Alat uji tarik

Digunakan untuk melakukan pengujian tarik komposit serat tunggal ijuk aren /poliester.



**Gambar 3.5 Alat uji tarik**

Mesin yang digunakan berada di Laboratorium Material 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 : 200 N

Produksi : England

## 2. Foto SEM

Foto SEM (*scanning electron microscopy*) yaitu digunakan untuk mengetahui jaringan struktur suatu benda.



**Gambar 3.6** Mesin uji SEM

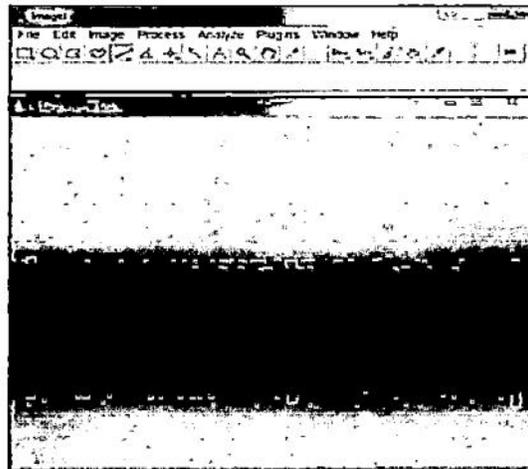
Mesin yang digunakan berada di LPPT (*lembaga pusat penelitian terpadu*) Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Adapun spesifikasi alat tersebut sebagai berikut:

Merk : JSM-6510LA

Produksi : Japan

### 3. ImageJ

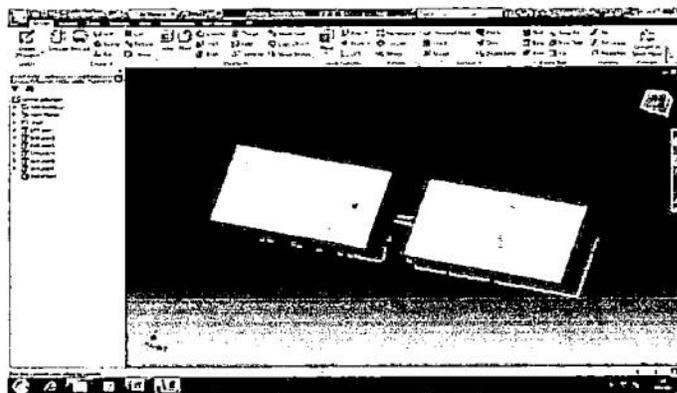
ImageJ adalah sebuah software yang digunakan untuk mengukur diameter tiap serat sebelum dikelompokkan ke dalam diameter besar, sedang dan kecil.



**Gambar 3.7** ImageJ

### 4. Inventor

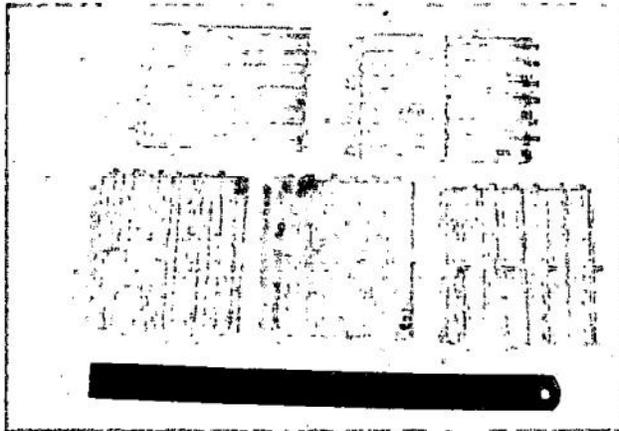
Program inventor digunakan untuk menggambar desain spesimen komposit serat tunggal ijuk aren/*polyester*. Gambar program inventor dapat dilihat pada Gambar 3.8 dibawah ini.



**Gambar 3.8** Inventor

5. Cetakan

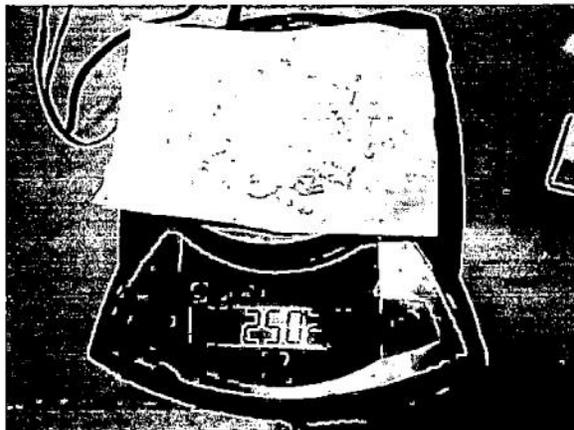
Digunakan untuk mencetak spesimen komposit serat tunggal ijuk/ aren polyester, cetakan terbuat dari kaca dengan ukuran 12 cm, lebar 0,8 cm, tinggi 2 cm seperti terlihat pada Gambar 3.2



**Gambar 3.9 Cetakan**

6. Timbangan digital

Digunakan untuk mengetahui massa alkali yang digunakan saat perendaman serat.



**Gambar 3.10 Timbangan digital**

Spesifikasi timbangan yang digunakan adalah sebagai berikut:

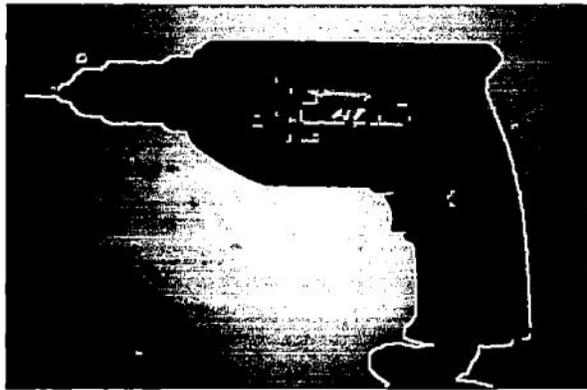
Merk : Scout pro

Kapasitas : 200 g

Ketelitian : 0,01 g

#### 7. Bor listrik

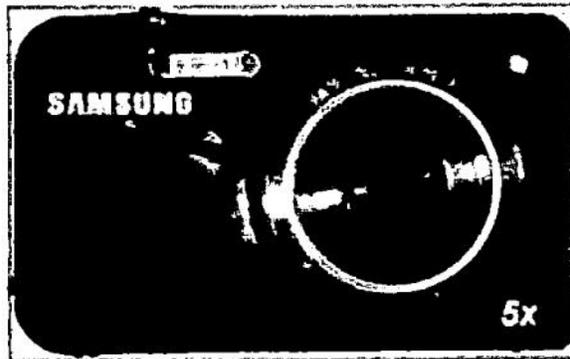
Bor listrik digunakan untuk menghilangkan / memutus serat yang ada didalam komposit sehingga menghasilkan sisa serat yang tertanam dalam komposit sesuai ketentuan panjang kritis serat tersebut. Dalam penelitian ini, bor yang digunakan adalah bor dengan merk ATZ type JIZ-10 dengan daya 220V-50Hz, 300Watt, 2600 r/min, dengan mata bor 1,5 mm.



**Gambar 3.11** Bor listrik

#### 8. Kamera foto makro

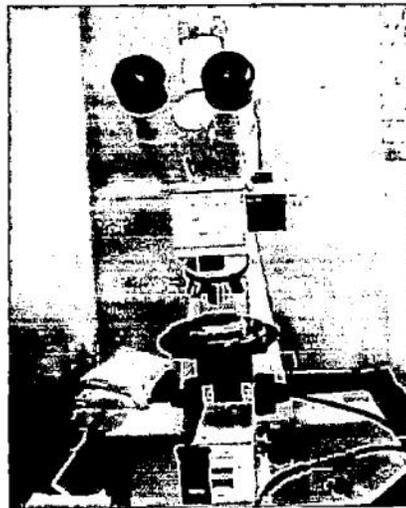
Digunakan untuk mengambil gambar spesimen uji dan untuk dokumentasi setiap tahapan prosesnya. Pemotretan dilakukan dengan menggunakan kamera digital Samsung L170 dengan resolusi 16.1 Mega Pixels.



**Gambar 3.12 Kamera digital**

### 9. Mikroskop

Mikroskop digunakan untuk mengambil gambar mikro dari spesimen uji.



**Gambar 3.13 Mikroskop**

Adapun spesifikasi mikroskop adalah sebagai berikut:

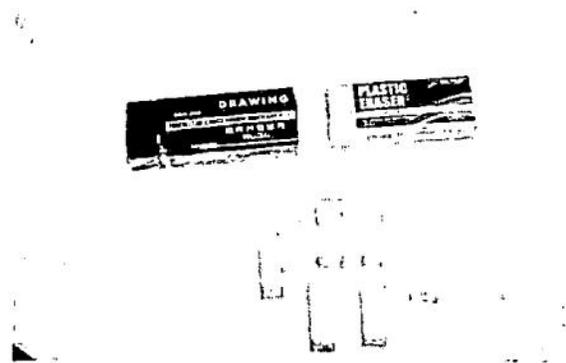
Merk = Zeiss

Tipe = AxioLab pol (0,5)

Resolusi max = 5 Mp

## 10. Penghapus

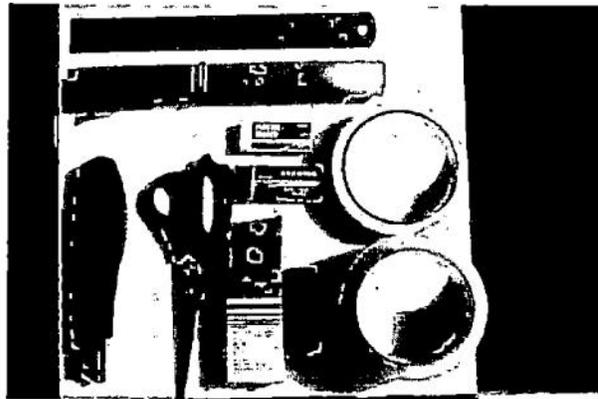
Digunakan untuk menyumbat ujung cetakan supaya resin tidak tumpah.



**Gambar 3.14** Penyumbat

## 11. Alat Bantu Lain

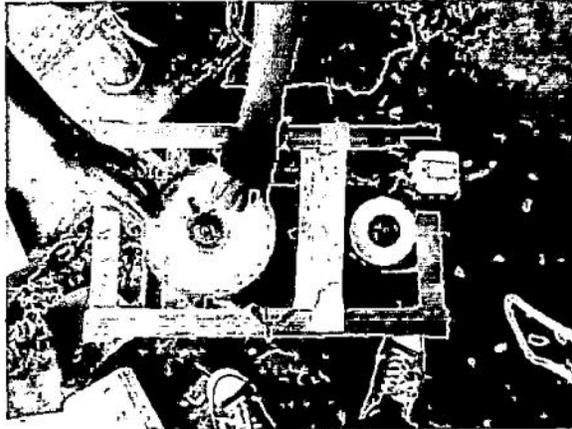
Alat bantu lain yang digunakan meliputi: gunting, *relase film*, *cutter*, pisau, spidol, pena, benang, jarum, penghapus, penggaris, pengaduk, kertas karton, kertas label, dan lain-lain.



**Gambar 3.15** Alat bantu

## 12. Mesin Amplas

Mesin amplas digunakan untuk penghalusan permukaan dari spesimen yang kurang rata setelah proses pengecoran/pencetakan.



**Gambar 3.16** Mesin amplas

### **3.2. Pengadaan dan Persiapan Serat**

#### **3.2.1. Perlakuan Serat**

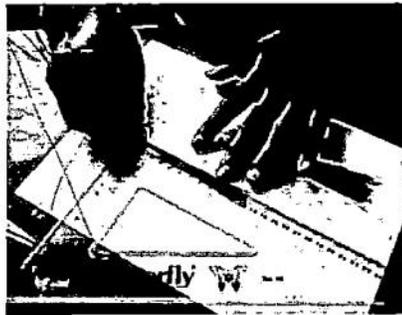
Langkah untuk mendapatkan serat ijuk aren sebagai bahan untuk membuat spesimen uji sebagai berikut :

1. Serat ijuk aren didapatkan dari salah satu sentra kerajinan industri kecil “kerajinan ijuk” Desa Manggis, Kecamatan Mojosongo, Kabupaten Boyolali. Serat ijuk aren kemudian dipilah satu persatu dan dipisahkan kemudian dipotong dengan ukuran 12 cm dengan menggunakan gunting. Setelah dipotong kemudian ijuk tersebut diamati menggunakan mikroskop dan difoto micro untuk kemudian diukur diameternya menggunakan program Image J seperti yang telah dijelaskan didepan. Setelah tahapan tersebut selesai kemudian ijuk aren dibagi menjadi 3 kelompok diameter yaitu, diameter besar, diameter sedang, dan diameter kecil untuk kemudian diberikan label sesuai diameternya *masing-masing*.
2. Setelah serat ijuk aren siap kemudian direndam dengan air supaya kotoran yang melekat pada serat hilang. Perendaman ini dilakukan selama 3 hari dengan mengganti air rendaman jika sudah kotor.

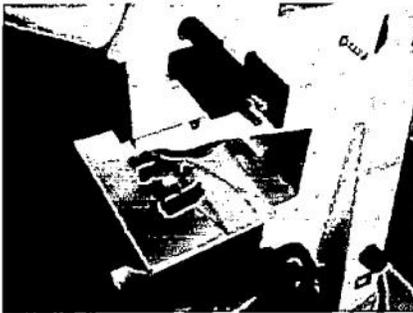
3. Untuk proses pencucian serat direndam dan diaduk di dalam ember. Jika serat terlalu kotor dan sulit dibersihkan langsung maka serat direndam terlebih dahulu agar kotoran larut dalam air atau lunak, sehingga mudah dibersihkan. Pembersihan serat dengan air dilakukan berkali-kali hingga benar-benar bersih dan tidak licin.
4. Proses selanjutnya adalah mengeringkan serat secara alami dengan suhu kamar hingga kering. Serat tersebut tidak boleh dijemur dibawah sinar matahari langsung, karena akan merusak struktur dari serat tersebut. Untuk keseluruhan proses perlakuan serat ijuk bisa dilihat pada Gambar 3.17



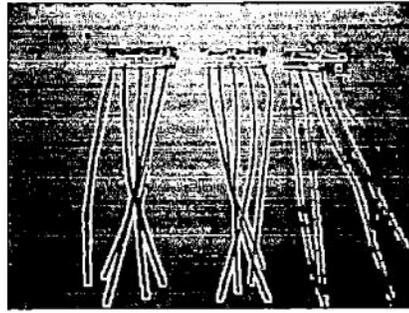
a. Pemilihan ijuk



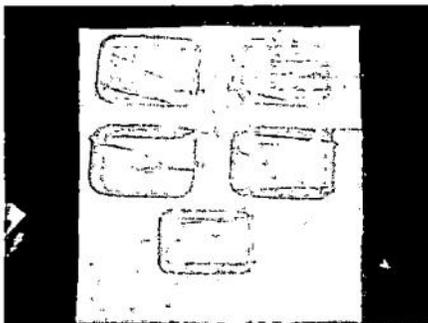
b. Pemotongan ijuk



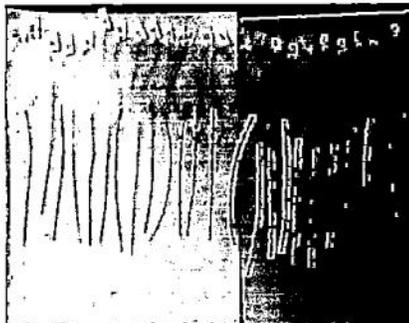
c. Pengukuran ijuk



d. Pemisahan dan pelabelan



e. Proses Perendaman Air



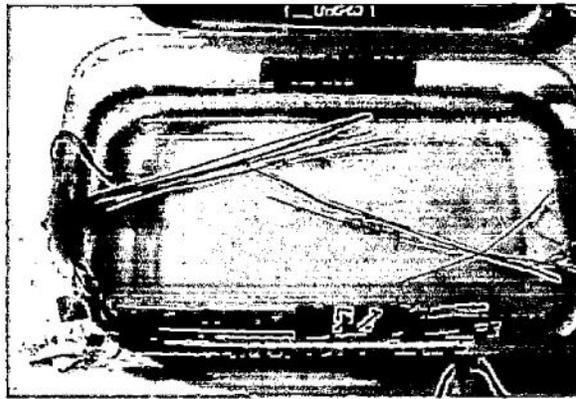
f. Proses Pengeringan ijuk

**Gambar 3.17** Proses perlakuan Serat Ijuk Aren (a. Pemilihan ijuk;b. Pemotongan ijuk; c. Pengukuran ijuk; d. Pemisahan dan pelabelan; e. Perendaman air; f.pengeringan ijuk)

### 3.2.2. Perlakuan Alkali (NaOH)

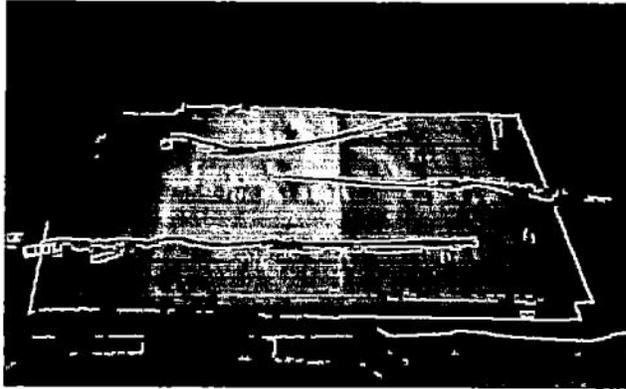
1. Merendam serat yang sudah bersih dari kotoran kedalam air dengan konsentrasi alkali 0 , 2,5 , 5 , 7,5 dan 10%. Pemilihan konsentrasi tersebut

berdasarkan literatur dari penelitian-penelitian sebelumnya (Irfan, 2011). Perendaman keseluruhan larutan alkali dilakukan selama 2 jam angkat dari rendaman alkali. Untuk perhitungan perbandingan alkali dan air bisa dilihat pada lembar lampiran 1.



**Gambar 3.18** Perendaman alkali

2. Membilas serat yang telah diberi perlakuan alkali dengan air bersih dengan cara merendam dengan air selama 3 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 lembar lampiran 2.
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 dari serat tersebut.



**Gambar 3.19** Serat yang sudah dikenai perlakuan alkali

### 3.2.3. Diameter Serat

Diameter serat adalah diameter ijuk yang diukur sesudah perlakuan alkali. Diameter serat dikelompokkan menjadi tiga seperti yang dilakukan oleh Irfan (2011). Dalam penelitian ini di peroleh : (a) serat besar berdiameter antara 0,96 mm, (b) diameter serat sedang antara 0,43 mm, (c) diameter serat kecil antara 0,17 mm.

## 3.3. Spesimen

### 3.3.1. Bentuk dan Ukuran Spesimen

Langkah yang pertama dilakukan adalah menyiapkan cetakan dengan ukuran yang telah ditentukan dan disesuaikan menurut kebutuhan dengan panjang 12 cm, lebar 0,8 cm, tinggi 2 cm seperti terlihat pada Gambar 3.20 Langkah kedua adalah mempersiapkan penyumbat dengan panjang 2 cm, lebar 0,8 cm dan tebal 1 cm yang nantinya digunakan sebagai penyumbat pada ujung cetakan agar resin tidak mengalir keluar cetakan dan dapat terbentuk sesuai keinginan. Setiap proses pencetakan nantinya akan diperoleh batangan komposit sebanyak 3 buah yang masing-masing memiliki dimensi/ukuran panjang 10 cm; lebar 0,8 cm; dan tinggi 2 cm.



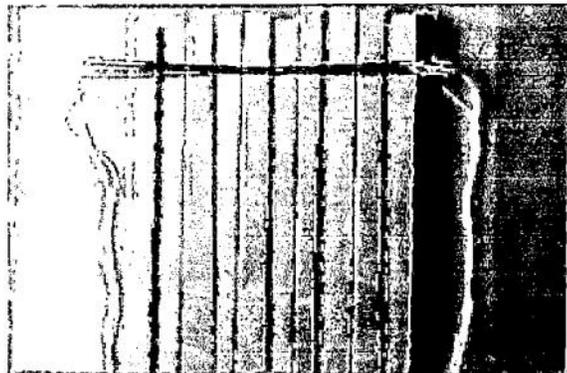
**Gambar 3.20** Bentuk dan ukuran spesimen

### 3.3.2. Pembuatan Spesimen

Pencetakan komposit dilakukan dengan cara cetak adapun beberapa proses pencetakan spesimen meliputi beberapa tahapan, yaitu:

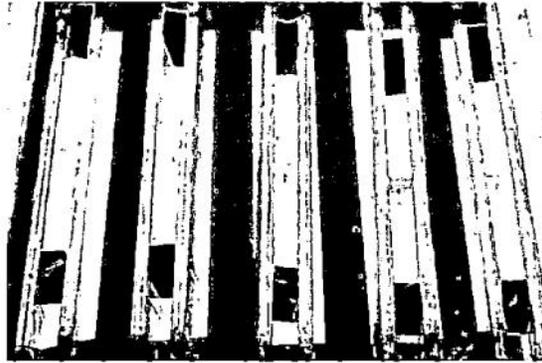
#### 1. Persiapan cetakan

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



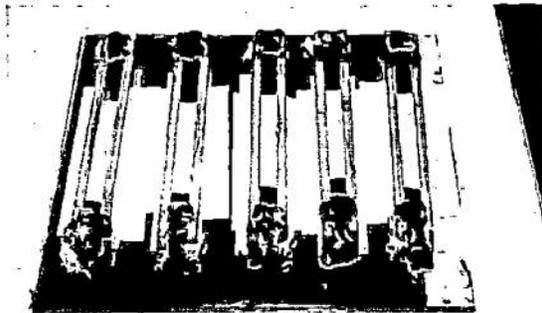
**Gambar 3.21** Pelapisan cetakan *release film*

- b. Pada ujung cetakan dipasang potongan *eraser* sebagai penyumbat dengan tujuan resin tidak tumpah keluar cetakan sehingga nantinya didapat bentuk spesimen sesuai keinginan



**Gambar 3.22** Pemasangan penyumbat

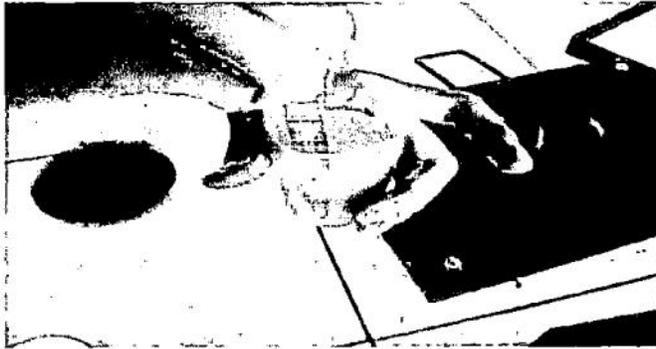
- c. Menata serat sabut ijuk didalam cetakan yang diisi serat berdiameter kecil, sedang, dan besar pada masing cetakan dan pada bagian tengah serat dipasang mika penyekat.



**Gambar 3.23** Cetakan yang siap dicor

## 2. Proses persiapan resin

Massa resin disesuaikan dengan katalis yaitu menambahkan katalis sebanyak 1% sampai 2 % dari massa resin.



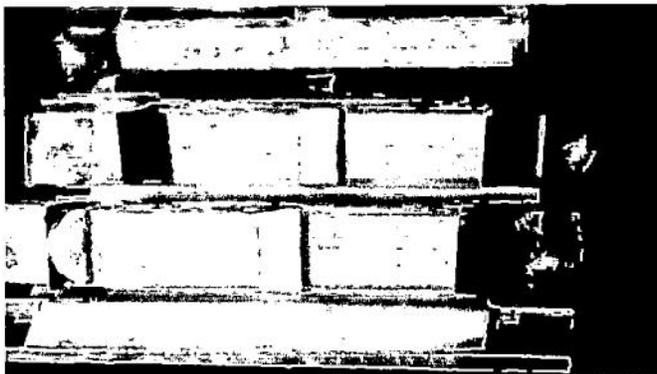
**Gambar 3.24** Pencampuran resin dengan katalis

3. Menuangkan adonan resin dan katalis yang telah tercampur secara perlahan dan merata ke dalam cetakan sampai penuh.



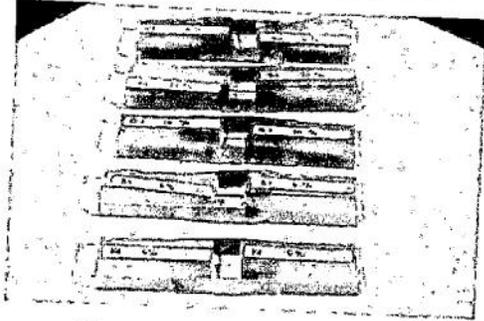
**Gambar 3.25** Penuangan resin

4. Tunggu kering kira-kira  $\pm 1$  jam kemudian dilepas dari cetakan hingga diperoleh bentuk spesimen seperti dibawah ini Gambar 3.27.



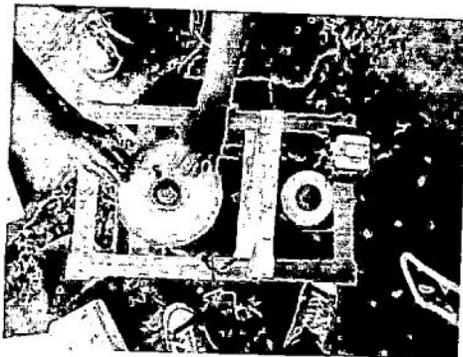
**Gambar 3.26** Contoh hasil cetakan

5. Setelah dilepas dari cetakan diinkubasi dalam suhu kamar 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 diameter dan konsentrasi seperti Gambar 3.28 di bawah ini.



Gambar 3.27 Spesimen jadi

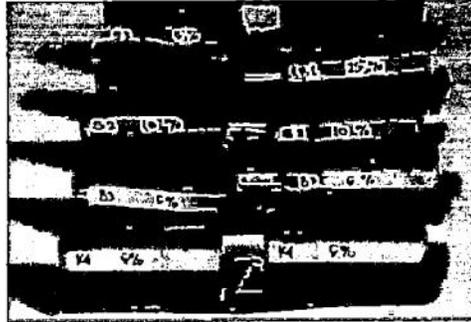
7. Hasil cetakan komposit kemudian diampelas menggunakan mesin ampelas yang bertujuan untuk menghaluskan ujung tepi komposit. Proses pengamplasan bisa dilihat pada Gambar 2.25 di bawah ini.



Gambar 2.28 Proses pengamplasan

8. Tahapan berikutnya adalah menghilangkan bagian penghapus yang menempel pada pembatas resin dengan cara mengambil sedikit demi sedikit sampai penghapus 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 3.29 Spesimen Siap Uji

### 3.4. Pengeboran Spesimen

Pengeboran dilakukan untuk menghilangkan atau memutuskan serat yang ada didalam komposit. Pengeboran menggunakan mata bor 1,5 mm dengan ketentuan panjang kritis serat ( $l_c$ ) yang sudah dihitung sebelumnya sehingga didapatkan variasi panjang kritis serat diambil yang paling rendah pada kelompoknya masing-masing yaitu 6,5 mm, 4,5 mm; dan 3 mm, yang tertanam di dalam matriks. Panjang kritis tersebut dihitung menggunakan persamaan (2.1). Penghitungannya adalah sebagai berikut:

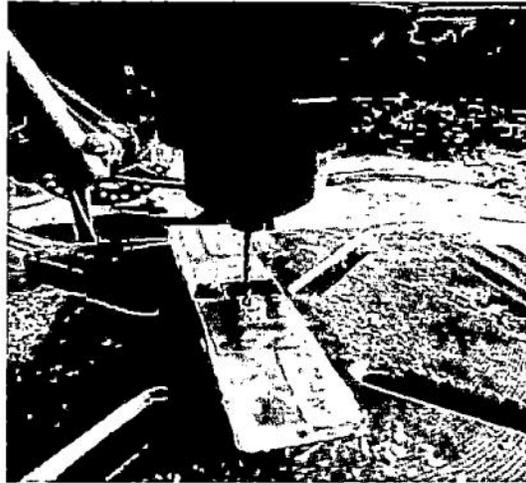
1. Perhitungan panjang kritis serat dengan kode B2 2,5% diameter besar.

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

$$l_c = \frac{0,78 \text{ mm} \times 223,11 \text{ N}}{4 \times 5,41 \text{ MPa}}$$

$$l_c = 8,04 \text{ mm}$$

Asumsi :  $\sigma_a = 223,11 \text{ N}$  dan  $\tau_a = 5,41 \text{ MPa}$  diambil dari referensi Khoirudin, dkk (2013). Untuk menjamin terjadinya *fiber pull out* maka diambilkan panjang kritis serat terkecil dalam kelompoknya.



**Gambar 3.30** Contoh spesimen yang sudah dibor dan siap diuji

### **3.5. Pengujian Mekanis**

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

Adapun mekanisme pengujian tarik yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Memberi label pada setiap spesimen guna untuk menghindari kesalahan pembacaan untuk hasil pengujian.
2. Menghidupkan mesin uji.
3. Setting kecepatan tarik mesin yaitu 2 mm/detik.
4. Pemasangan spesimen pada mesin uji. Pada Gambar 3.31 posisi pemasangan spesimen yang siap dilakukan pengujian.



**Gambar 3.31** Posisi pemasangan spesimen

5. Mulai pengujian tarik dengan kecepatan konstan.
6. Pencatatan dan pencetakan hasil pengujian sesuai dengan informasi yang diberikan dari hasil pengujian bahan komposit serat tunggal tersebut.
7. Setelah mendapatkan data hasil dari pengujian dilanjutkan analisis data serta pengamatan foto makro untuk mengetahui karakteristik penampang geser serat ijuk aren.

### **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 elektron microscopy*)**

Pengambilan foto SEM bertujuan untuk mengetahui dan mengamati permukaan fiber yang telah diuji tarik dari matriknya dan 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 Pengukuran diameter serat ijuk**

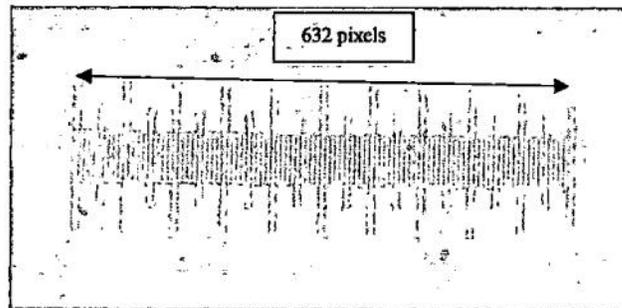
Sebelum dilakukan pengukuran diameter serat pada foto mikronya terlebih dahulu dilakukan kalibrasi ukuran foto mikro dalam pixel terhadap micron atau millimeter. Kalibrasi digunakan untuk memperoleh acuan ukuran yang digunakan pada saat pengukuran. Adapun cara kalibrasi meliputi :

- 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 3.32** Kalibrasi foto mikro

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

- Perhitungan diameter pada kode spesimen B1 0% diameter besar:

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

$$d = \frac{488 \text{ pixels} + 485 \text{ pixels} + 507 \text{ pixels}}{3} = 493,33 \text{ pixels}$$

$$d = 493,33 \text{ pixels} \times 1,582 \mu\text{m} = 780,45 \mu\text{m}$$

$$d = \frac{780,45 \mu\text{m}}{1000 \text{ mm}} = 0,78 \text{ mm}$$

- Perhitungan standar deviasi pada spesimen k 0% diameter kecil:

$$\bar{x} = \frac{0,18 \text{ mm} + 0,22 \text{ mm} + 0,13 \text{ mm}}{3}$$

$$\bar{x} = 0,17 \text{ mm}$$

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

$$S = \sqrt{\frac{1}{3}((0,18-0,17)^2 + (0,22-0,17)^2 + (0,13-0,17)^2)}$$

$$S = 0,03 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran, dan dari hasil perhitungan tersebut maka diameter dan standar deviasi dikelompokkan menjadi diameter besar, sedang, dan kecil yang kemudian diambil rata-rata dari setiap kelompok diameter tersebut. Pengelompokan dapat dilihat sebagai berikut ini :

- a. Serat besar dengan  $\bar{D} = 0,96 \text{ mm}$  dengan  $SD = 0,22 \text{ mm}$
- b. Serat sedang dengan  $\bar{D} = 0,43 \text{ mm}$  dengan  $SD = 0,06 \text{ mm}$
- c. Serat kecil dengan  $\bar{D} = 0,17 \text{ mm}$  dengan  $SD = 0,03 \text{ mm}$

### 3.8.2 Pengamatan morfologi permukaan serat ijuk

Pengamatan morfologi permukaan serat ijuk bertujuan untuk mengetahui jaringan struktur pada ijuk aren. *Morfologi* permukaan ijuk aren ini dapat dilihat dan diamati pada foto SEM (*scanning electron microcopy*) nya.

### 3.8.3 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 tercabut menghasilkan kuat geser ikatan antar-muka sedangkan yang putus menghasilkan kuat tarik serat. Kuat geser antar-muka dihitung dengan menggunakan persamaan (2.3) dan (2.4) sedangkan kuat tarik dihitung menggunakan persamaan (2.2). Penghitungannya adalah sebagai berikut:

1. Penghitungan kuat geser spesimen dengan kode B2 0% diameter besar

$$P = 28,8 \text{ N}$$

$$\bar{D} = 0,87 \text{ mm}$$

$$l = 6,5 \text{ mm}$$

$$K = \pi \cdot 0,87 \text{ mm} = 2,733 \text{ mm}$$

$$A = K \times l = 2,733 \text{ mm} \times 6,5 \text{ mm} = 17,76 \text{ mm}^2$$

$$\tau = \frac{28,8}{17,76 \text{ mm}^2} = 1,62 \text{ MPa}$$

2. Perhitungan kuat tarik spesimen dengan kode S1 0% diameter sedang

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

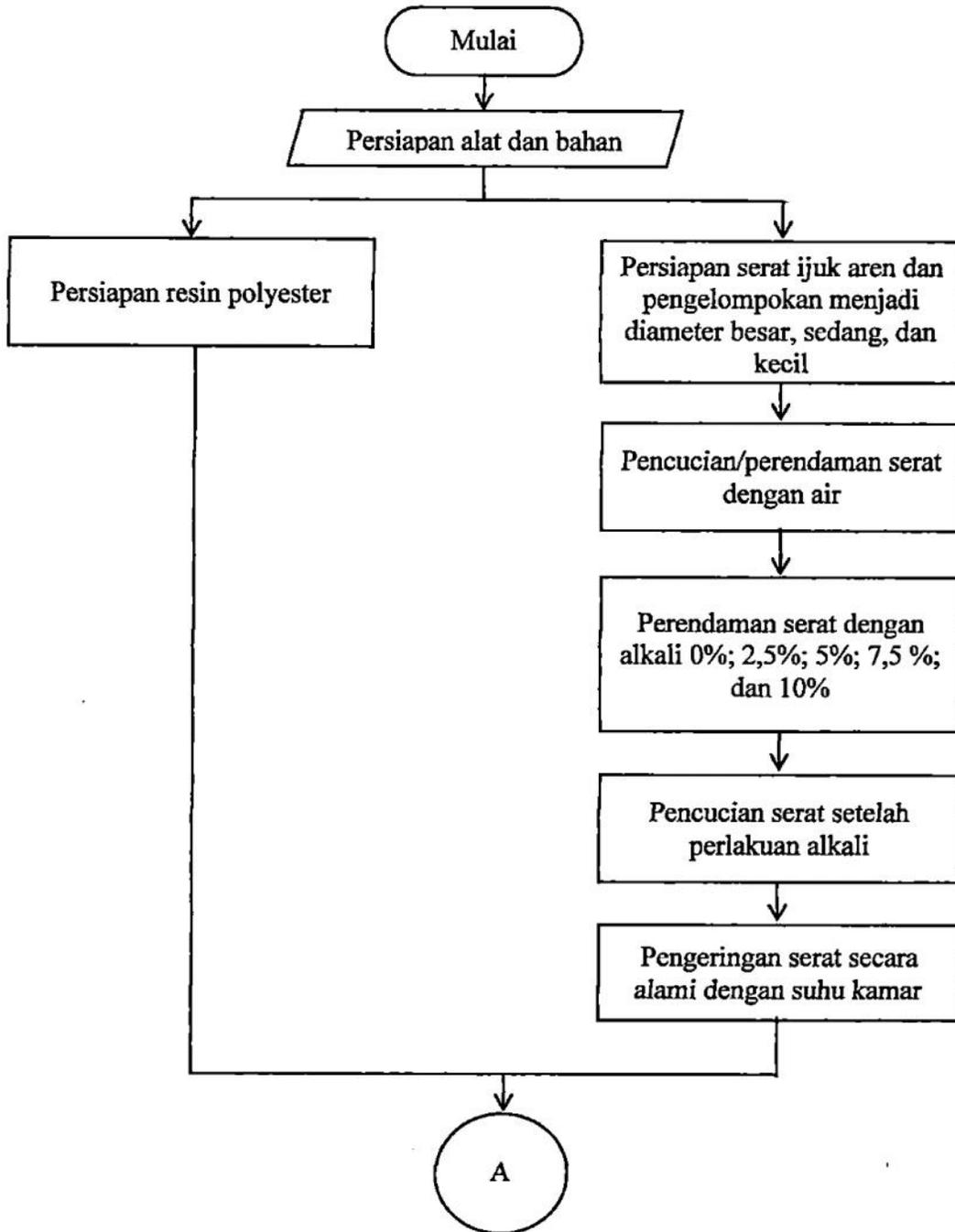
$$A = \frac{\pi}{4} \times (0,47 \text{ mm})^2 = 0,173 \text{ mm}^2$$

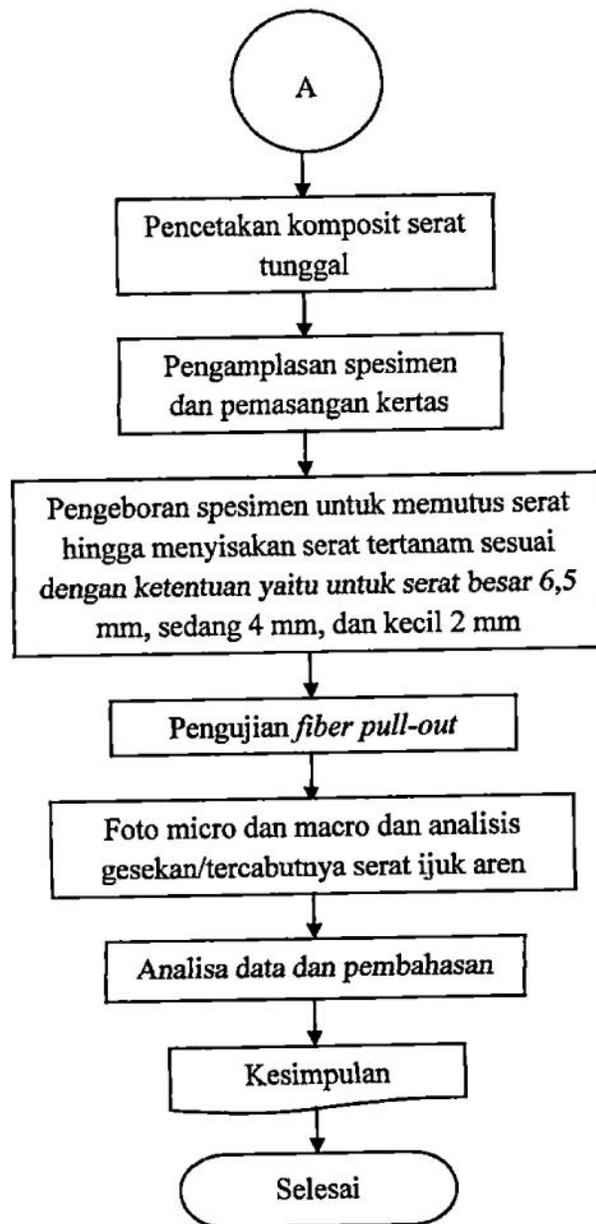
$$\sigma = \frac{17 \text{ N}}{0,173 \text{ mm}^2} = 98,2 \text{ MPa}$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

### 3.9. Diagram alir penelitian

Adapun diagram alir dapat dilihat dibawah ini:





Gambar 3.33 Diagram alir penelitian