

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Persiapan Alat dan Bahan

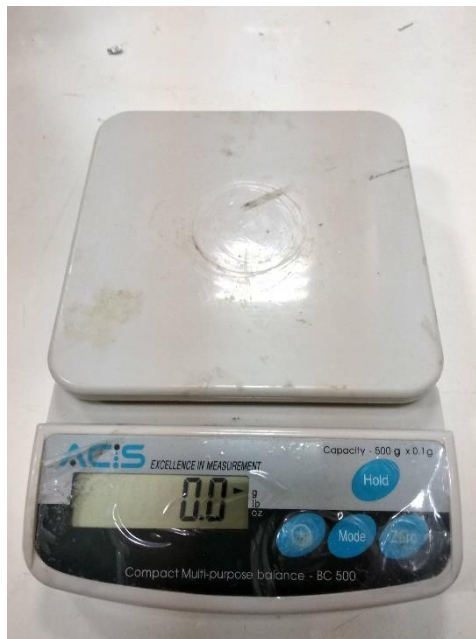
Sebelum melakukan pembuatan/pencetakan spesimen uji komposit dilakukan beberapa persiapan Alat dan Bahan. Adapun dalam penelitian ini digunakan bahan dan alat sebagai berikut.

3.1.1 Persiapan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Timbangan Digital

Timbangan digital (Gambar 3.1) digunakan untuk menimbang berat *filler* dan matriks.

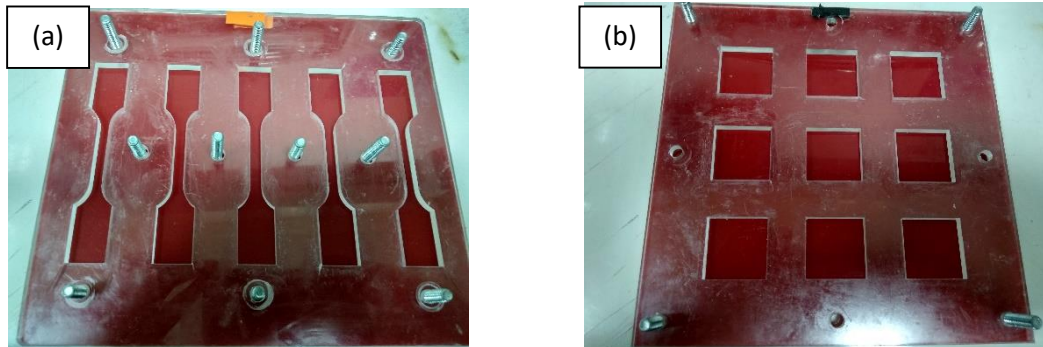


Gambar 3.1 Timbangan Digital

2. Cetakan Benda Uji

Cetakan benda uji terbuat dari akrilik dengan ukuran sesuai ASTM D 638-02 tipe IV dengan ketebalan 4mm untuk pengujian tarik dan untuk pengujian keausan dan kekrasan menggunakan ukuran standar yang telah disesuaikan

dengan alat uji keausan yang terdapat pada labolatorium ilmu logam Universitas Gajah Mada Yogyakarta dengan ukuran 30x30x5 (mm).



Gambar 3.2 (a) Cetakan uji tarik dan (b) cetakan uji keausan/kekerasan

3. Alat Uji Keausan

Alat uji keausan yang digunakan adalah *ogoshi high speed universal wear testing machine* (Type OAT-U), dengan beban 2,12 kg, panjang lintasan 6,6 m dan jari-jari pisau 14 mm. Pengujian ini dilakukan di lab material bahan teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta.



Gambar 3.3 Alat uji keausan *ogoshi high speed universal wear testing machine*

4. Alat Uji Kekerasan

Alat uji kekerasan yang digunakan adalah *brinell testing machine* dengan pembebanan 15,625 kg, diameter *indenter* 2,5 mm, dan waktu pembebanan 10 detik. Pengujian dilakukan di lab material bahan teknik Universitas Gajah Mada.



Gambar 3.4 Alat uji kekerasan *brinell*

5. Alat Uji Tarik

Alat uji tarik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *universal testing machine* (UTM) dengan merk *Zwick/Roell* dengan kapasitas 20 KN *made in* Jerman. Pengujian ini dilakukan di Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik Yogyakarta.



Gambar 3.5 Alat uji tarik *Zwick/Roell*

6. Mikroskop

Mikroskop yang digunakan pada penelitian ini, yaitu Mikroskop optik OLYMPUS-SZ61TR. Mikroskop ini digunakan untuk mengukur diameter serat nanas yang berukuran mikro (μm) serta melihat struktur permukaan hasil uji mekanis (keausan, kekerasan dan tarik). Gambar 3.6 merupakan mikroskop optik OLYMPUS-SZ61TR yang berada di Lab. Teknik Mesin UMY.



Gambar 3.6 Mikroskop optik OLYMPUS-SZ61TR

7. Alat uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Struktur patahan hasil uji tarik dikarakterisasi menggunakan alat SEM merk Vega 3 Tescan yang ada di PT Gestrindo Sakti Utama. Gambar 3.7 menunjukkan gambar alat uji SEM Vega 3 Tescan.

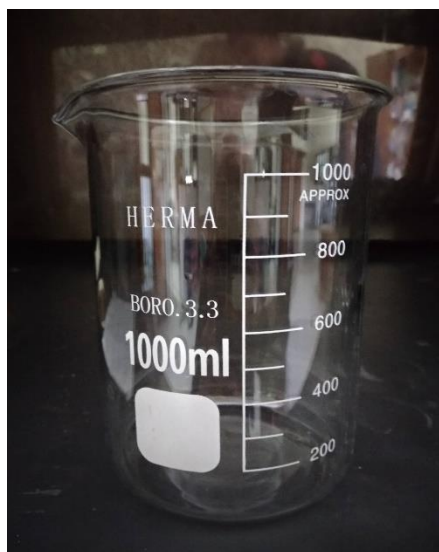


Gambar 3.7 Alat uji SEM Vega 3 Tescan

(Sumber: <https://www.tescan.com/en-us/technology/sem/vega3>, diakses pada tanggal 23/05/2018)

8. Gelas Beker

Gelas beker (Gambar 3.8) digunakan untuk mengukur volume *aquades* untuk merendam serat.



Gambar 3.8 Gelas Beker

9. *Magnetic Stirrer*

Magnetic stirrer digunakan dalam proses alkalisasi untuk melarutkan larutan natrium hidroksida (NaOH) dan larutan asam asetat (CH_3COOH) agar dapat homogen dan larut secara sempurna. Gambar 3.9 merupakan gambar *magnetic stirrer*.



Gambar 3.9 *Magnetic stirrer*

10. Lemari Asam

Lemari asam digunakan untuk menyimpan serat yang sedang dalam proses alkalisasi agar terhindar dari pengaruh lingkungan. Gambar 3.10 merupakan gambar lemari asam yang ada di lab teknik mesin UMY.



Gambar 3.10 Lemari Asam

11. Alat bantu lain

Ada beberapa alat bantu yang digunakan guna menunjang penelitian ini, diantaranya:

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| a. Gunting | h. Ayakan 200 <i>mesh</i> |
| b. Toples kaca | i. Sisir dan sikat kawat |
| c. Sarung tangan karet | j. Amplas |
| d. <i>Dial indicator</i> | k. Kunci 10 |
| e. Jangka sorong | l. Kuas |
| f. Sendok | m. Lem |
| g. Wadah (mangkuk) | n. penggaris |



Gambar 3.11 Alat bantu lain

3.1.2 Persiapan bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Serat Nanas

Serat nanas (Gambar 3.12) digunakan sebagai material penguat komposit. Serat nanas didapatkan dari industri rumahan di Blitar, Jawa Timur, yang diperoleh dari situs belanja *online* Tokopedia.



Gambar 3.12 Serat Nanas

2. Resin epoxy dan hardener

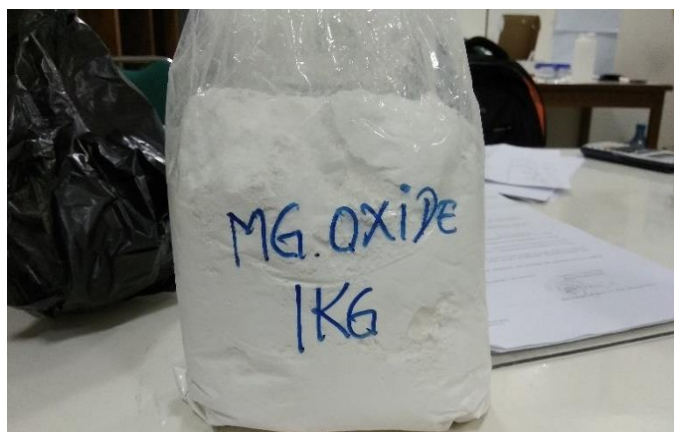
Matrik yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam penelitian ini didapatkan/dibeli dari toko Ngasem Baru, Yogyakarta, dengan merek dagang *Eposchon*. Dalam pemakaian resin ini harus menggunakan campuran pengeras berupa *hardener*. Takaran antara resin dan *hardener* haruslah tepat, ini dikarenakan jika takaran tidak tepat maka resin tidak akan mengering secara sempurna, oleh sebab itu berdasarkan petunjuk penggunaan yang ada pada label *epoxyresin tersebut* (Gambar 3.13), maka akan digunakan perbandingan resin dan hardener dengan perbandingan adalah 1:1.



Gambar 3.13 Epoxy Resin dan Epoxy Hardener

3. Magnesium Oksida (MgO)

MgO (Gambar 3.14) digunakan sebagai bahan pengisi komposit, dikarenakan karakteristiknya yang baik dan sifatnya yang tahan terhadap panas. MgO didapatkan dari PT Tekno medicalogy Indonesia yang dibeli secara *online*..



Gambar 3.14 Magnesium Oksida (MgO)

4. Serbuk Kuningan

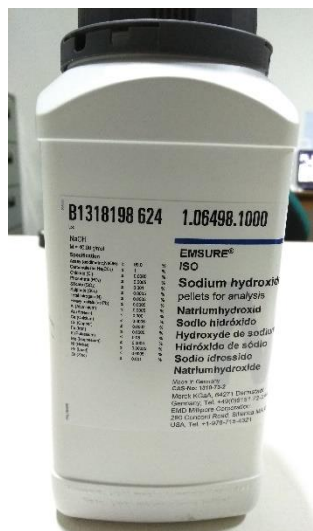
Serbuk kuningan digunakan sebagai bahan pengisi lain (*filler*). Serbuk kuningan diayak menggunakan ayakan 80-100 *mesh*. Serbuk kuningan yang digunakan didapat dari sisa gergajian dan gerinda pengrajin kuningan di Taman tirta, Kasihan, Bantul.



Gambar 3.15 Serbuk Kuningan

5. Natrium Hidroksida (NaOH)

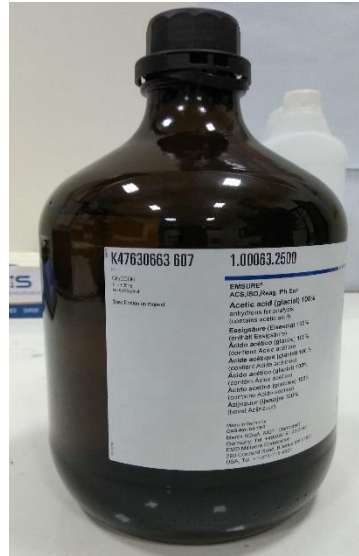
NaOH digunakan untuk melarutkan kotoran dan sebagian lignin yang ada pada serat daun nanas.



Gambar 3.16 Natrium Hidroksida (NaOH)

6. Asam asetat (CH_3COOH)

Larutan asam asetat digunakan untuk menetralkan serat daun nana dari larutan basa (larutan NaOH).



Gambar 3.17 Asam asetat (CH_3COOH)

7. *Aquades*

Aquades (Gambar 3.18) atau air murni (H_2O) digunakan dalam proses alkalisasi untuk melarutkan NaOH dan CH_3COOH .



Gambar 3.18 *Aquades*

8. *Kit Wax*

Kit wax (Gambar 3.19) digunakan untuk memudahkan spesimen dikeluarkan dari cetakan.



Gambar 3.19 *Kit Wax*

3.2 Persiapan Serat

3.2.1 Persiapan Serat Daun Nanas dan Perlakuan Alkalisasi

Sebelum dilakukan pencetakan komposit, serat nanas diberikan perlakuan terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran-kotoran dan kontaminan yang menempel pada permukaan serat. Berikut adalah tahapan perlakuan serat daun nanas:

1. Serat nanas dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada permukaan serat.



Gambar 3.20 Pencucian awal serat nanas

2. Serat dijemur pada suhu ruangan selama 48 jam hingga benar-benar kering.



Gambar 3.21 Penjemuran serat

3. Setelah kering, serat dipotong kemudian disisir untuk menghilangkan sisa-sisa kotoran yang menempel dan untuk meluruskan serat sehingga tidak menggumpal pada saat proses alkalisasi.



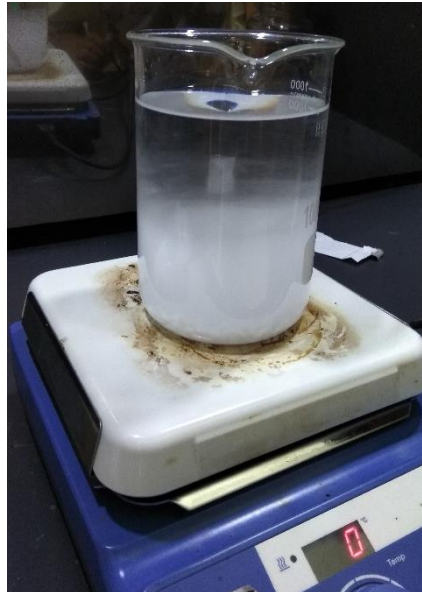
Gambar 3.22 Penyisiran serat

4. Serat yang akan diberi perlakuan alkalisasi ditimbang untuk mengetahui berat sebelum dan sesudah dilakukan alkalisasi. Hal ini guna sebagai acuan bahwa serat sudah benar-benar kering.



Gambar 3.23 Penimbangan serat yang akan dialkalisasi

5. Melarutkan NaOH 6% kedalam 1 liter *aquades* menggunakan *magnetic stirrer* agar homogen.



Gambar 3.24 Melarutkan NaOH

6. Serat nanas direndam menggunakan larutan alkali NaOH 6% selama 4 jam pada lemari asam.



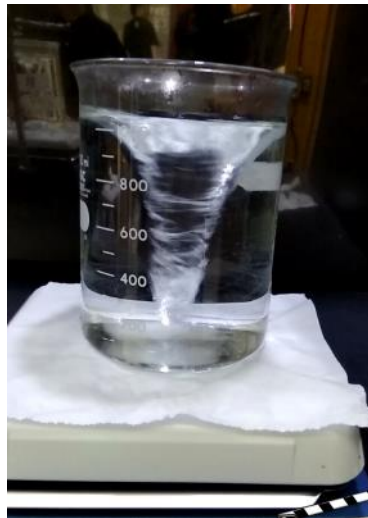
Gambar 3.25 Alkalisasi serat nanas

7. Air rendaman alkalisasi serat nanas dibuang ke jerigen penyimpanan limbah (Gambar 3.26).



Gambar 3.26 Membuang air rendaman ke dalam jerigen penyimpanan limbah

8. Membuat larutan asam asetat dengan kadar 1% CH_3COOH kedalam 1 liter *aquades*, dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*.



Gambar 3.27 Membuat larutan asam asetat

9. Serat nanas direndam kembali menggunakan larutan asam asetat selama 1 jam guna menetralkan serat dari larutan NaOH yang bersifat basa.



Gambar 3.28 Perendaman serat dengan larutan asam asetat

10. Serat direndam menggunakan aquades selama 24 jam untuk memastikan bahwa serat sudah benar-benar netral.



Gambar 3.29 Perendaman serat menggunakan *aquades*

11. Serat nanas yang sudah dilakukan perendaman kemudian dibilas menggunakan air mengalir dan dijemur pada suhu ruangan hingga benar-benar kering.



Gambar 3.30 Pembilasan serat nanas

12. Serat nanas yang sudah kering dipotong dengan panjang serat 2mm.



Gambar 3.31 Potongan serat nanas 2 mm

3.2.2 Prosedur Uji Tarik Serat Tunggal

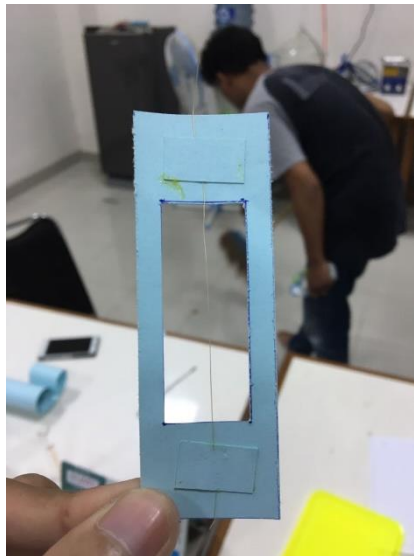
Prosedur Uji tarik serat tunggal mengacu pada standar ASTM D3379. Berikut adalah tahapan-tahapan dalam uji tarik serat tunggal.

1. Serat dipotong dengan panjang 100mm sebanyak 9 buah.
2. Dimater serat (Gambar 3.32) dapat diketahui menggunakan mikroskop.



Gambar 3.32 Hasil pengukuran diameter serat menggunakan mikroskop

3. Kertas karton dipotong sesuai bentuk dari ASTM D3379, kemudian serat daun nanas direkatkan menggunakan lem.



Gambar 3.33 Spesimen uji tarik serat tunggal

4. Spesimen uji tarik serat tunggal dipasang pada mesin uji tarik, seperti pada gambar 3.34.



Gambar 3.34 Pemasangan spesimen uji tarik serat tunggal

5. Setting kecepatan tarik pengujian 2mm/menit.
6. Didapatkan nilai beban tarik.
7. Olah data hasil pengujian.

3.3 Pembuatan Komposit

3.3.1 Perhitungan Fraksi Volume Material Komposit

Dalam pembuatan material komposit serat nanas/epoksi sebagai bahan alternatif kampas rem, perlu dilakukan perhitungan massa dari masing-masing bahan pengisi (*filler*) dan matriks *epoxyresin*. Perbandingan fraksi volume matrik dengan *filler* yang digunakan adalah 60:40 (%), dengan perbandingan volume *filler* yaitu serat daun nanas, serbuk kuningin, dan MgO (50:30:20), (60:20:20), (70:10:20).

Tabel 3.1 Komposisi perbandingan *filler* tiap variasi

Variasi Spesimen	Perbandingan nans/serbuk kuningin/MgO (%)
A	50/30/20
B	60/20/20
C	70/10/20

A. Perhitungan *volume* dan massa spesimen uji keausan dan kekerasan.

Spesimen uji keausan dan kekerasan menggunakan spesimen yang sama. Berikut ini perhitungan yang digunakan untuk menentukan volume dan massa dari spesimen uji keausan/kekerasan komposit:

Diketahui :

$$\text{Massa jenis serat daun nanas} = 1,526 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Massa jenis Magnesium Oksida (Mgo)} = 3,58 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Massa jenis kuningan} = 8,4 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Massa jenis epoxyresin} = 1,20 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Dimensi cetakan uji keausan/kekerasan} = 4,5 \text{ cm}^3$$

Perbandingan fraksi volume matriks dan *filler* 60% : 40% dengan fraksi perbandingan volume *filler* (50:30:20).

$$\text{Volume cetakan, } V_c = 30 \times 30 \times 5 = 4500 \text{ mm}^3 = 4,5 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume matriks, } V_m &= \frac{60\%}{100\%} \times 4,5 \text{ cm}^3 \\ &= 2,70 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume filler, } V_f &= \frac{40\%}{100\%} \times 4,5 \text{ cm}^3 \\ &= 1,8 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume serat, } V_s &= \frac{50\%}{100\%} \times 1,8 \text{ cm}^3 \\ &= 0,9 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Kuningan, } V_k &= \frac{30\%}{100\%} \times 1,8 \text{ cm}^3 \\ &= 0,54 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume MgO, } V_{\text{MgO}} &= \frac{20\%}{100\%} \times 1,8 \text{ cm}^3 \\ &= 0,36 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa matriks, } m_m &= V_m \times \rho_m \\ &= 2,70 \text{ cm}^3 \times 1,20 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 3,24 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa serat, } m_s &= V_s \times \rho_s \\ &= 0,9 \text{ cm}^3 \times 1,526 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 1,37 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Kuningan, } m_k &= V_k \times \rho_k \\ &= 0,54 \text{ cm}^3 \times 8,4 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 4,53 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa MgO, } m_{\text{MgO}} &= V_{\text{MgO}} \times \rho_{\text{MgO}} \\ &= 0,36 \text{ cm}^3 \times 3,58 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 1,29 \text{ gr} \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya untuk masing-masing variasi fraksi volume lainnya dapat dilihat pada lampiran. Hasil perhitungan fraksi volume dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Hasil perhitungan massa *filler* dan matriks *epoxyresin* spesimen uji keausan dan kekerasan

fraksi volume matrik dan <i>filler</i> 60%:40%	Massa serat daun nanas (gr)	Massa serbuk kuningan (gr)	Massa MgO (gr)	Massa epoxyresin (gr)
serat nanas/serbuk kuningan/Mgo (50/30/20)	1,37	4,53	1,29	3,24
serat nanas/serbuk kuningan/Mgo (60/20/20)	1,64	3,02	1,29	3,24
serat nanas/serbuk kuningan/Mgo (70/10/20)	1,92	1,51	1,29	3,24

B. Perhitungan *volume* dan massa spesimen uji tarik

Berikut ini perhitungan yang digunakan untuk menentukan volume dan massa dari spesimen uji tarik komposit:

Diketahui :

$$\text{Massa jenis serat daun nanas} = 1,526 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Massa jenis Magnesium Oksida (Mgo)} = 3,58 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Massa jenis kuningan} = 8,4 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Massa jenis epoxyresin} = 1,20 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Dimensi cetakan uji tarik} = 6,13 \text{ cm}^3$$

Perbandingan fraksi volume matriks dan *filler* 60% : 40% dengan fraksi perbandingan volume *filler* (50:30:20)

$$\text{Volume cetakan, } V_c = 6,13 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume matriks, } V_m &= \frac{60\%}{100\%} \times 6,13 \text{ cm}^3 \\ &= 3,67 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume } \textit{filler}, V_f &= \frac{40\%}{100\%} \times 6,13 \text{ cm}^3 \\ &= 2,45 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume serat, } V_s &= \frac{50\%}{100\%} \times 2,45 \text{ cm}^3 \\ &= 1,22 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Kuningan, } V_k &= \frac{30\%}{100\%} \times 2,45 \text{ cm}^3 \\ &= 0,73 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{MgO}}, V_{\text{MgO}} &= \frac{20\%}{100\%} \times 2,45 \text{ cm}^3 \\ &= 0,49 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa matriks, } m_m &= V_m \times \rho_m \\ &= 3,67 \text{ cm}^3 \times 1,20 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 4,40 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa serat, } m_s &= V_s \times \rho_s \\ &= 1,22 \text{ cm}^3 \times 1,526 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 1,86 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Kuningan, } m_k &= V_k \times \rho_k \\ &= 0,73 \text{ cm}^3 \times 8,4 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 6,13 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\text{Massa MgO, } m_{\text{MgO}} = V_{\text{MgO}} \times \rho_{\text{MgO}}$$

$$= 0,49 \text{ cm}^3 \times 3,58 \text{ gr} / \text{cm}^3$$

$$= 1,75 \text{ gr}$$

Perhitungan selanjutnya untuk masing-masing variasi fraksi volume lainnya dapat dilihat pada lampiran. Hasil perhitungan fraksi volume dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil perhitungan massa *filler* dan matriks *epoxyresin* spesimen uji tarik

fraksi volume matrik dan <i>filler</i> 60%:40%	Massa serat daun nanas (gr)	Massa serbuk kuningan (gr)	Massa MgO (gr)	Massa epoxyresin (gr)
serat nanas:serbuk kuningan:Mgo (50/30/20)	1,86	6,13	1,75	4,40
serat nanas:serbuk kuningan:Mgo (60/20/20)	1,75	4,11	1,75	4,40
serat nanas:serbuk kuningan:Mgo (70/10/20)	2,6	2,01	1,75	4,40

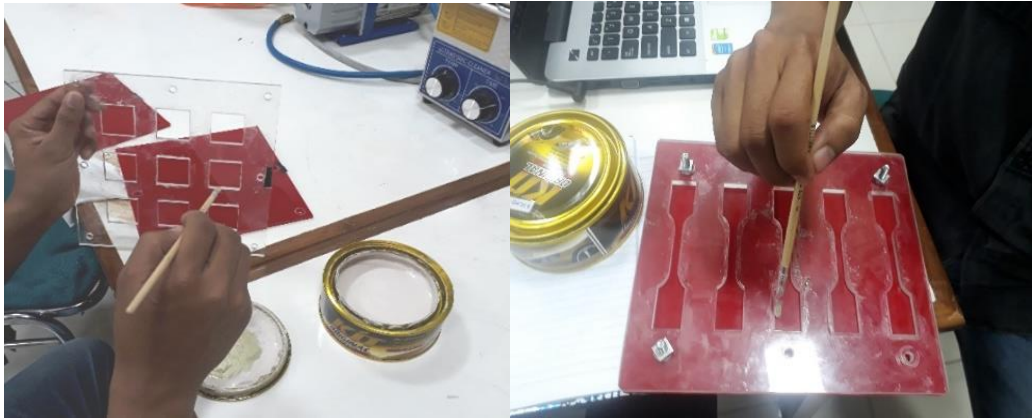
3.3.2 Prosedur Pembuatan Komposit

Pada dasarnya prosedur pencetakan komposit untuk pengujian keausan dan pengujian tarik sama, hanya berbeda pada bentuk cetakan dan komposisi serat daun nanas yang digunakan.

Berikut merupakan tahap-tahap dalam pembuatan komposit serat daun nanas/epoksi.

1. Menyiapkan semua alat dan bahan yang dibutuhkan.

2. Mengoleskan *kit wax* agar komposit mudah dilepas setelah mengeras.



Gambar 3.35 Pelapisan cetakan dengan *kit wax*

3. Menimbang serat daun nanas sesuai dengan jumlah yang ditentukan.



Gambar 3.36 Menimbang serat nanas

4. Menimbang serbuk kuning sesuai dengan jumlah yang ditentukan.



Gambar 3.37 Menimbang serbuk kuning

5. Menimbang magnesium oksida (MgO) sesuai jumlah yang ditentukan.



Gambar 3.38 Menimbang MgO

6. Mencampur serat nanas, serbuk kuning, dan magnesium oksida (MgO) kemudian diaduk sampai rata (homogen).



Gambar 3.39 pencampuran bahan *filler*

7. Menimbang *epoxyresin* dan *hardener* dengan perbandingan 1:1



Gambar 3.40 Menimbang *epoxyresin* dan *hardener*

8. Pencampuran antara *epoxyresin* dengan bahan *filler*, diaduk secara merata sehingga diharapkan campuran homogen.



Gambar 3.41 Pencampuran *epoxyresin* dan *filler*

9. Masukkan bahan kedalam cetakan yang telah diberi *kit wax*.



Gambar 3.42 Bahan komposit dituang kedalam cetakan

10. kemudian cetakan ditutup dan tunggu 15 jam hingga resin benar-benar mengeras.

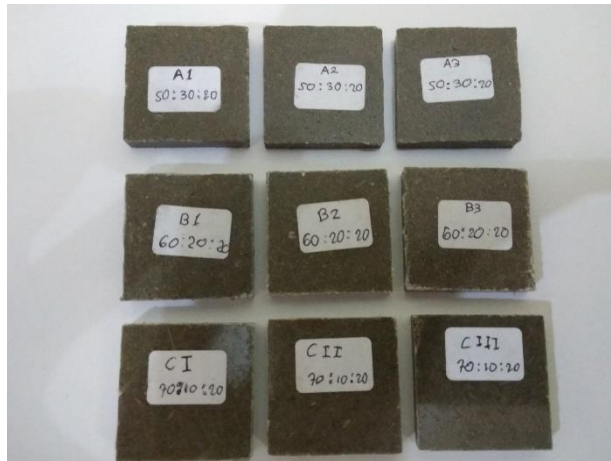


Gambar 3.43 Cetakan komposit

3.4 Prosedur pengujian keausan

Berikut merupakan prosedur dalam pengujian keausan :

1. Menyiapkan spesimen uji keausan yang sudah diberi label agar tidak tertukar dengan spesimen lainnya.



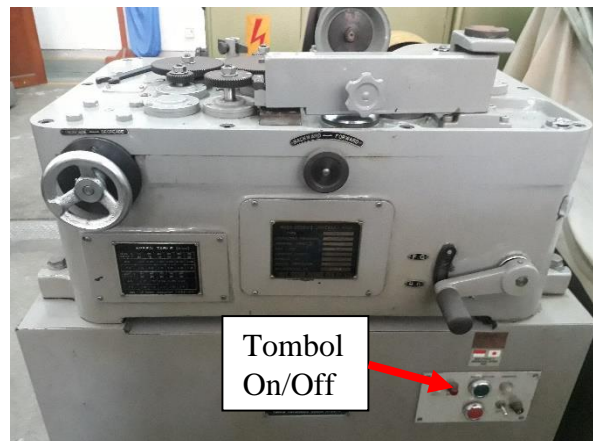
Gambar 3.44 Spesimen uji keausan

2. Atur pembebanan yang akan digunakan dalam pengujian, dalam pengujian ini memakai pembebanan 2,12 kg dengan panjang lintasan 66,6 m.
3. Pasangkan spesimen uji pada tempat pengujian, kemudian kencangkan penekan.



Gambar 3.45 pemasangan spesimen uji keausan

4. Hidupkan mesin uji dengan menekan tombol ON pada mesin bersamaan dengan *stopwacht* dengan lama pengujian 1 menit.



Gambar 3.46 mesin uji keausan (*ogoshi*)

5. Setelah selesai matikan mesin dengan menekan tombol OFF ,kemudian lepas spesimen uji.
6. Lihat hasil goresan pengujian dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran lensa 50x untuk mengetahui lebar gores kemudian hasil gores dirata-rata.



Gambar 3.47 Pengamatan hasil goresan menggunakan mikroskop

7. Data lebar goresan didapat
8. Olah data.

3.5 Prosedur pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan ini dilakukan untuk mengetahui besar nilai kekerasan bahan material komposit. Pengujian dilakukan pada 2 spesimen setiap variasi,

setiap spesimen dilakukan penekanan sebanyak 5 titik. Pengujian kekerasan menggunakan pengujian kekerasan brinnel dengan ASTM E 10, dengan besar pemberian pembebanan (F) sesuai dengan ASTM E10 yaitu sebesar 15,635 kg, dan diameter indenter yang digunakan yaitu 2,5 mm.

Berikut prosedur pengujian kekerasan :

1. Indentor ditekan kedalam sampel dengan kekuatan tekan yang sudah ditentukan.
2. Gaya dipertahankan dengan lama waktu 10 detik.
3. Setelah selesai, indentor diangkat dengan meninggalkan indentasi bulat pada sample.
4. Ukur besar indentasi menggunakan mikroskop optik dengan mengukur dua diagonal dari indentasi, kemudian dirata-rata.
5. Data didapat dan diolah.

3.6 Prosedur pengujian tarik

Berikut merupakan langka-langkah dalam pengujian tarik:

1. Menempelkan amplas pada ujung-ujung spesimen agar cengkraman grip mesin uji mencengkram dengan kuat, kemudian memberi label pada setiap spesimen ini agar menghindari tertukarnya spesimen satu dengan yang lain.



Gambar 3.48 Spesimen uji tarik

2. Mengukur dimensi spesimen, yakni mengukur lebar dan tebal spesimen menggunakan jangka sorong dan *dial indicator*.



Gambar 3.49 mengukur lebar menggunakan jangka sorong



Gambar 3.50 mengukur tebal menggunakan *dial indicator*

3. Menghidupkan mesin uji tarik.



Gambar 3.51 mesin uji tarik

4. Kecepatan mesin uji tarik di *setting* dengan kecepatan mesin yaitu 500 mm/menit, kemudian spesimen uji tarik dipasang pada mesin uji tarik sesuai dengan standar ASTM D638-02a tipe IV ,seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah:

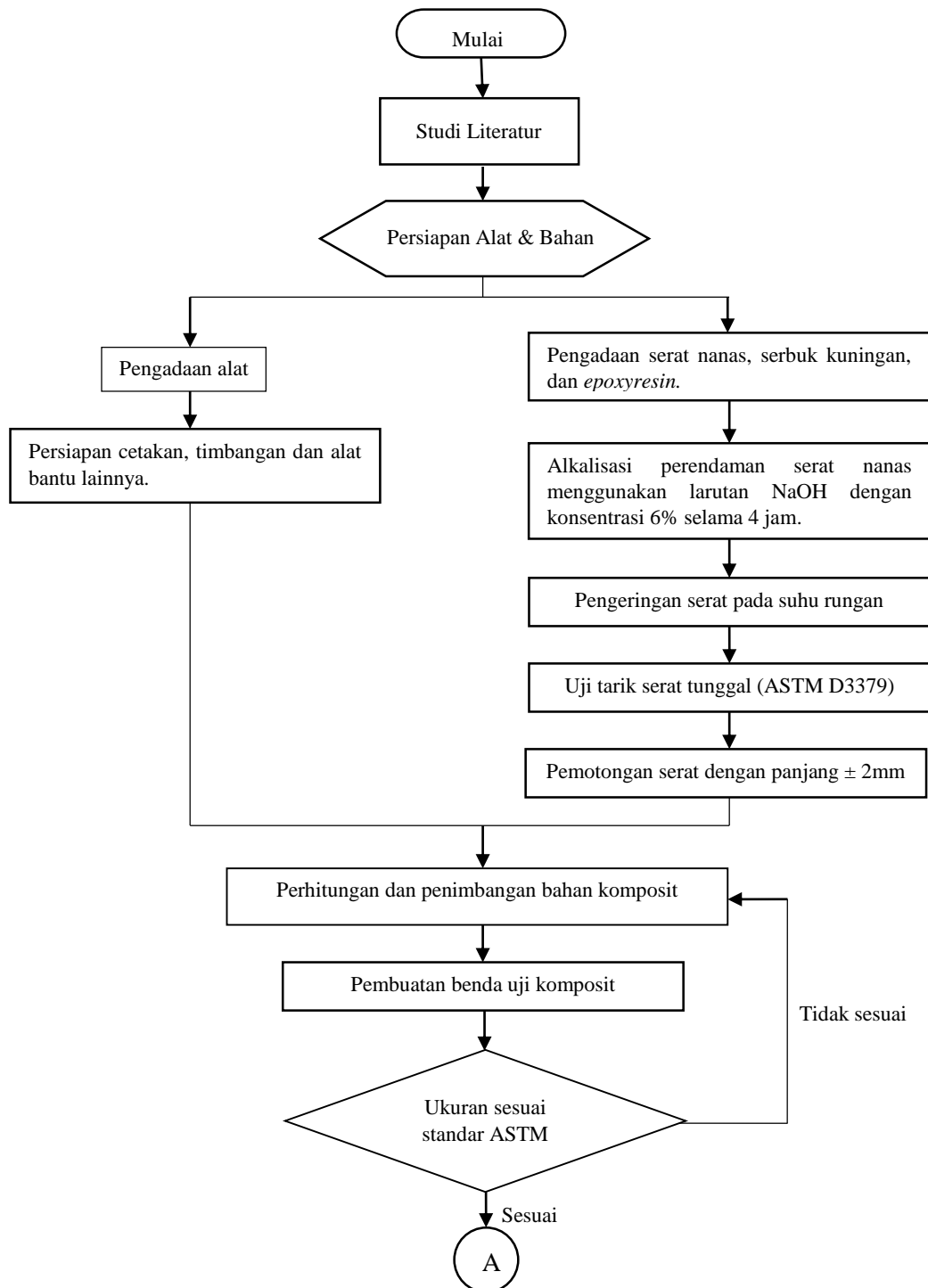


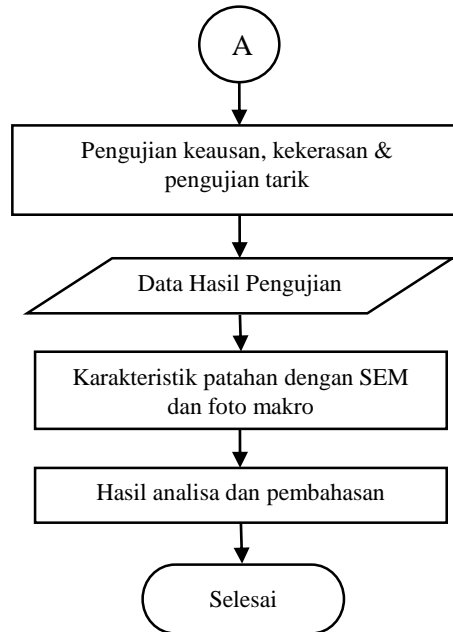
Gambar 3.52 Pemasangan spesimen uji tarik

5. Lakukan pembebanan tarik dengan kecepatan konstan hingga spesimen patah.
6. Didapatkan beban hasil dari pengujian tarik
7. Olah data hasil dari pengujian tarik
8. Hasil patahan uji tarik dikarakterisasi menggunakan SEM.

3.7 Diagram Alir Penelitian

Secara garis besar, proses penelitian ini dapat digambarkan dalam sebuah diagram alir, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.53.





Gambar 3.53 Diagram alir penelitian