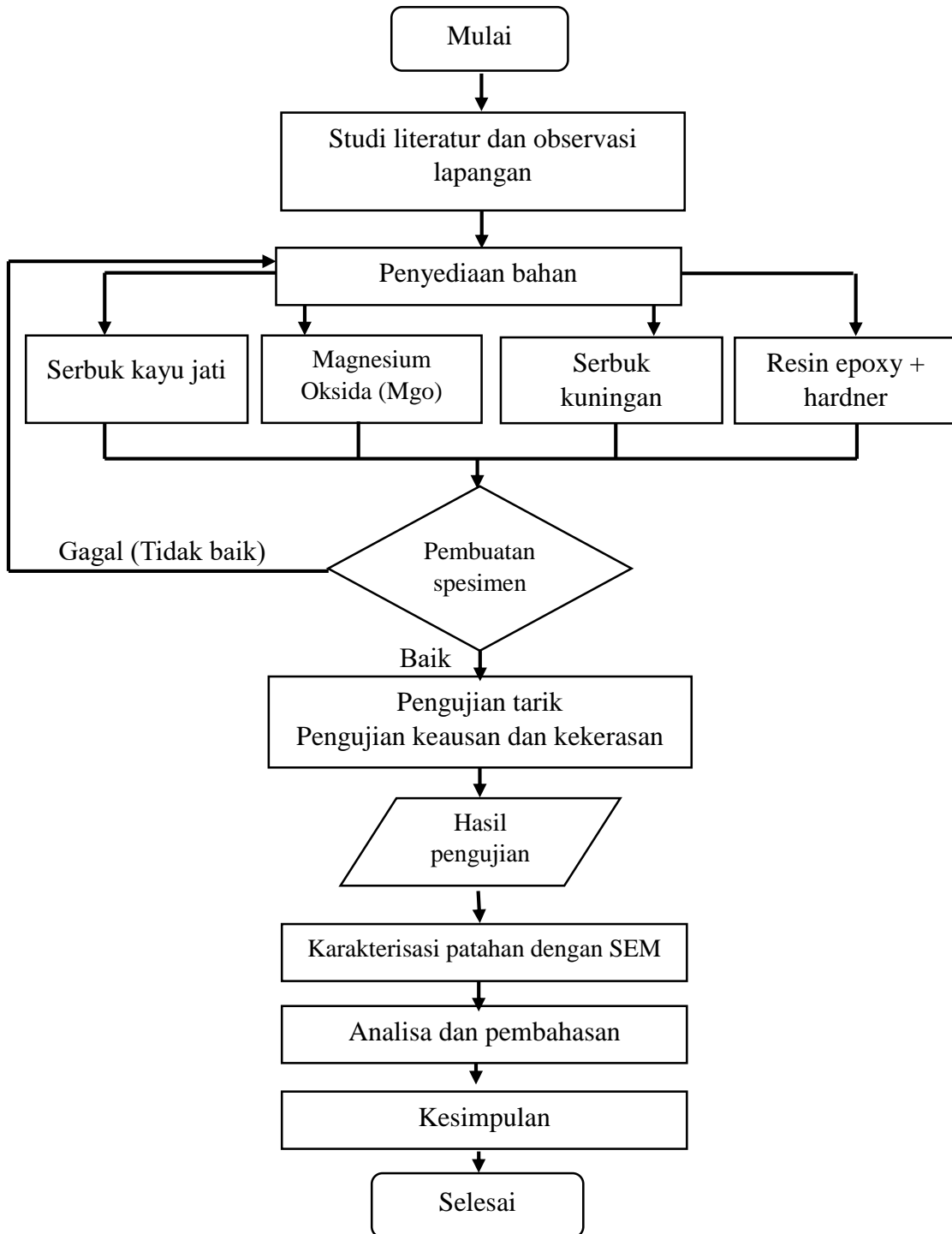


### BAB III

#### METODE PENELITIAN

##### 3.1 Diagram alir



**Gambar 3.1** Diagram alir penelitian

### 3.2 Persiapan Alat dan Bahan

Sebelum melakukan pembuatan bahan komposit dilakukan persiapan beberapa hal, seperti persiapan alat dan bahan yang akan digunakan. Adapun pada penelitian ini digunakan alat dan bahan sebagai berikut:

#### 1. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

##### a. Serbuk kayu jati

Serbuk atau partikel kayu yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk kayu jati sisa-sisa dari hasil gergajian meubel yang ada di desa Sukorame, yang telah disaring dengan ukuran 17-20 mesh. Serbuk kayu jati kemudian dijemur di bawah sinar matahari selama 1 jam yang dimaksudkan untuk mengurangi kadar air yang ada dalam serbuk kayu jati, dimana sebelumnya telah ditimbang terlebih dahulu sebelum dilakukan penjemuran.



**Gambar 3.2** Serbuk kayu jati

##### b. Resin *epoxy* dan hardner

Matrik yang digunakan sebagai bahan pengikat pada penelitian ini adalah resin *epoxy* dengan merek dagang *Eposchon*. Pemakaian resin harus menggunakan campuran pengeras hardener seperti ditunjukkan pada gambar 3.3 di bawah ini. Penggunaan resin epoxy dengan hardener harus sesuai perbandingan, jika pencampuran tidak sempurna maka resin tidak akan mengering secara sempurna, oleh

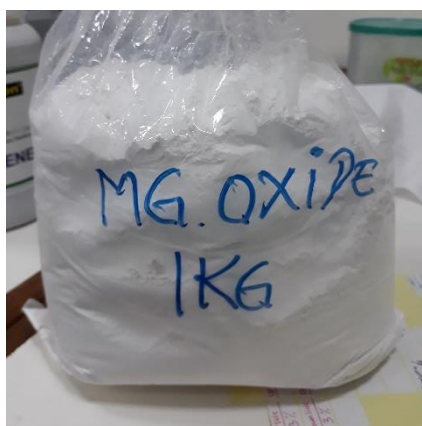
sebab itu berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh ( Ratna, 2017) maka digunakan perbandingan resin dan hardener dengan perbandingan adalah 1:1.



**Gambar 3.3** Resin epoxy dan hardener

c. *Magnesium Oksida* (MgO)

Magnesium oksida digunakan sebagai bahan pengisi karena memiliki karakteristik yang baik. Magnesium oksida didapatkan dari PT Tekno medicalogy Indonesia yang dibeli secara online.



**Gambar 3.4** Magnesium oksida

d. Serbuk kuning

Serbuk kuning digunakan sebagai bahan pengisi lain (*filler*) dengan ukuran 80-100 mesh. Serbuk kuning didapatkan dari sisa gergajian dan gerinda pengrajin kuning di Taman tirto, Kasihan, Bantul.



**Gambar 3.5** Serbuk kuning

## 2. Alat

### a. Timbangan digital

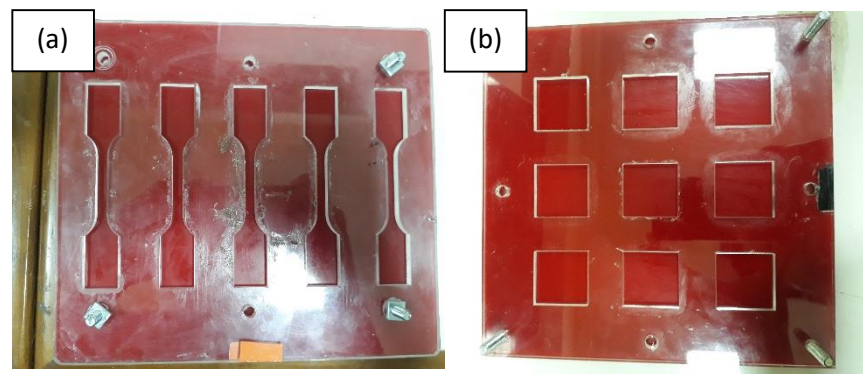
Timbangan digital digunakan untuk menimbang serbuk kayu jati, serbuk kuning, *magnesium oksida*, dan *epoxyresin+hardener*.



**Gambar 3.6** Timbangan digital

### b. Cetakan benda uji

Cetakan benda uji terbuat dari bahan akrilik dengan ukuran sesuai dengan ASTM D 638-02 dengan tipe IV dengan ketebalan 4mm untuk pengujian tarik dan untuk pengujian keausan menggunakan ukuran standar yang telah disesuaikan dengan alat uji keausan yang terdapat pada laboratorium ilmu logam Universitas Gajah Mada Yogyakarta dengan ukuran 30x30x5 (mm).



**Gambar 3.7** (a) Cetakan uji tarik dan

(b) Uji keausan dan kekerasan

c. Wadah pengaduk bahan

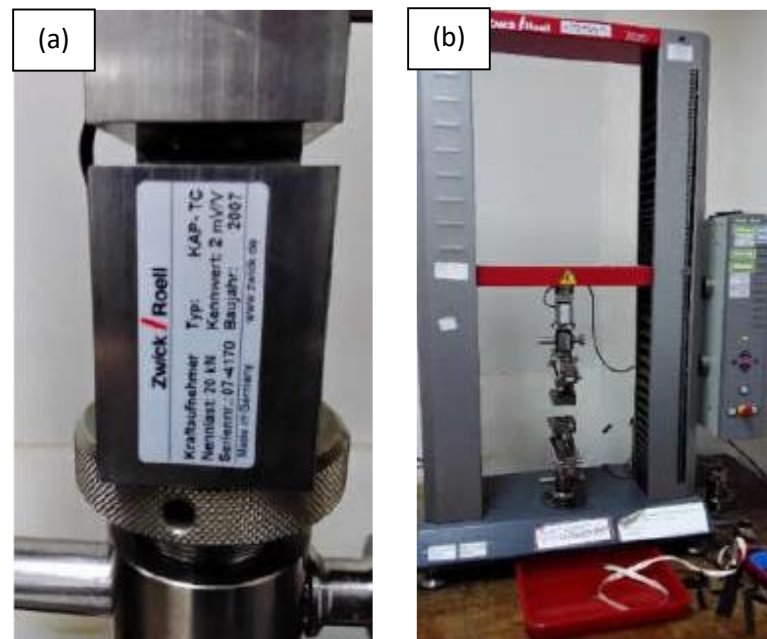
Wadah pengaduk bahan pada penelitian ini digunakan untuk mencampur bahan-bahan dengan matriks *epoxyresin* dengan komposisi yang telah ditentukan.



**Gambar 3.8** Wadah pengaduk

d. 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 3.9** (a) Spesifikasi alat, (b) Alat uji tarik

e. 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 3.10** Alat keausan

f. Alat uji kekerasan

Alat uji kekerasan yang digunakan adalah alat uji kekerasan brinell dengan menggunakan pembebanan sebesar 15,625 kg, dengan



diameter indenter 2,5 mm. Pengujian ini dilakukan di lab material ilmu bahan dan logam Universitas Gajah Mada.



**Gambar 3.11** Alat uji kekerasan brinell

g. Mikroskop optik

Mikroskop optik digunakan untuk melihat hasil goresan dari uji keausan dengan perbesaran 100x dimana setiap 38 setrip jarak keausan yang dilihat pada mikroskop bernilai sama dengan 1mm. Mikroskop optik yang digunakan adalah mikroskop *Olympus* yang berada di lab material bahan teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta.



**Gambar 3.12** Mikroskop optik

h. Alat uji *scanning electron microscopy* (SEM)

Struktur patahan uji tarik dikarakterisasi menggunakan alat SEM dengan merk Vega 3 Tescan yang ada di PT Gestrindo sakti utama, seperti ditunjukkan gambar 3.13



**Gambar 3.13** Alat uji SEM Vega 3 Tescan

(sumber: <https://www.tescan.com/en-us/technology/light-microscopy>, diakses tanggal 25/052018)

i. Alat bantu lain

Alat bantu lain yang digunakan pada penelitian ini antara lain ampelas, sendok pengaduk, penggaris ,kit mobil, masker, dan sarung tangan.



**Gambar 3.14** Alat bantu lain



### 3.3 Pembuatan Komposit

#### 3.3.1 Perhitungan Fraksi Volume Material Komposit

Dalam menentukan pembuatan material komposit sebagai bahan alternatif kampas rem dengan matriks *epoxyresin*, maka perlu dilakukan perhitungan massa dari masing-masing bahan pengisi (*filler*) dan matriks *epoxyresin*. Perbandingan fraksi volume *filler* dengan matriks yang digunakan adalah 60%:40%, dengan perbandingan volume *filler* yaitu serbuk kayu jati, serbuk kuningan, dan *magnesium oksida* (MgO) (50:30:20), (60:20:20), (70:10:20).

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

Diketahui :

Massa jenis serbuk kayu jati	= 0,8 gr/cm <sup>3</sup>
Massa jenis <i>Magnesium Oksida</i> (MgO)	= 3,58 gr/cm <sup>3</sup>
Massa jenis kuningan	= 8,4 gr/cm <sup>3</sup>
Massa jenis <i>epoxyresin</i>	= 1,20 gr/cm <sup>3</sup>
Dimensi cetakan uji tarik	= 6,13 cm <sup>3</sup>
Dimensi cetakan uji keausan : panjang (p)	= 30 mm
Lebar (L)	= 30 mm
Tebal (t)	= 5 mm

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

Volume cetakan, $V_c$	= 6,13 cm <sup>3</sup>
Volume matriks, $V_m$	= $\frac{60\%}{100\%} \times 6,13 \text{ cm}^3$ = 3,67 cm <sup>3</sup>
Volume <i>filler</i> , $V_f$	= $\frac{40\%}{100\%} \times 6,13 \text{ cm}^3$ = 2,45 cm <sup>3</sup>
Volume serbuk, $V_s$	= $\frac{50\%}{100\%} \times 2,45 \text{ cm}^3$ = 1,22 cm <sup>3</sup>
Volume Kuningan, $V_k$	= $\frac{30\%}{100\%} \times 2,45 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned}
 &= 0,73 \text{ cm}^3 \\
 V_{\text{MgO}}, V_M &= \frac{20\%}{100\%} \times 2,45 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,49 \text{ cm}^3 \\
 \text{Massa matriks, } m_m &= V_m \times \rho_m \\
 &= 3,67 \text{ cm}^3 \times 1,20 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 4,40 \text{ gr} \\
 \text{Massa serbuk, } m_s &= V_s \times \rho_s \\
 &= 1,22 \text{ cm}^3 \times 0,8 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 0,97 \text{ gr} \\
 \text{Massa Kuningan, } m_k &= V_k \times \rho_k \\
 &= 0,73 \text{ cm}^3 \times 8,4 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 6,13 \text{ gr} \\
 \text{Massa Magnesium oksida, } m_M &= V_M \times \rho_M \\
 &= 0,49 \text{ cm}^3 \times 3,58 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 1,75 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya untuk masing-masing variasi fraksi volume lainnya dapat dilihat pada lampiran. Hasil perhitungan fraksi volume dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 hasil perhitungan massa *filler* dan matriks *epoxyresin* spesimen uji tarik

Fraksi volume filler dan matrik	Massa (gr)			
	Serbuk kayu	Kuningan	MgO	Epoxyresin
60%:40%				
Serbuk kayu:serbuk kuningan:MgO (50:30:20)	0,97	6,13	1,75	4,40
Serbuk kayu:serbuk kuningan:MgO (60:20:20)	1,17	4,11	1,75	4,40
Serbuk kayu:serbuk kuningan:MgO (70:10:20)	1,36	2,01	1,75	4,40

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

Diketahui :

Massa jenis serbuk kayu jati	= 0,8 gr/cm <sup>3</sup>
Massa jenis <i>Magnesium Oksida</i> (MgO)	= 3,58 gr/cm <sup>3</sup>
Massa jenis kuningan	= 8,4 gr/cm <sup>3</sup>
Massa jenis <i>epoxyresin</i>	= 1,20 gr/cm <sup>3</sup>
Dimensi cetakan uji tarik	= 6,13 cm <sup>3</sup>
Dimensi cetakan uji keausan : panjang (p)	= 30 mm
Lebar (L)	= 30 mm
Tebal (t)	= 5 mm

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

Volume cetakan, $V_c$	= $30 \times 30 \times 5 = 4500 \text{ mm}^3 = 4,5 \text{ cm}^3$
Volume matriks, $V_m$	= $\frac{60\%}{100\%} \times 4,5 \text{ cm}^3$ = $2,70 \text{ cm}^3$
Volume <i>filler</i> , $V_f$	= $\frac{40\%}{100\%} \times 4,5 \text{ cm}^3$ = $1,8 \text{ cm}^3$
Volume serbuk, $V_s$	= $\frac{50\%}{100\%} \times 1,8 \text{ cm}^3$ = $0,9 \text{ cm}^3$
Volume Kuningan, $V_k$	= $\frac{30\%}{100\%} \times 1,8 \text{ cm}^3$ = $0,54 \text{ cm}^3$
$V_{\text{MgO}}, V_M$	= $\frac{20\%}{100\%} \times 1,8 \text{ cm}^3$ = $0,36 \text{ cm}^3$
Massa matriks, $m_m$	= $V_m \times \rho_m$ = $2,70 \text{ cm}^3 \times 1,20 \text{ gr/cm}^3$ = $3,24 \text{ gr}$
Massa serbuk, $m_s$	= $V_s \times \rho_s$ = $0,9 \text{ cm}^3 \times 0,8 \text{ gr/cm}^3$

$$\begin{aligned}
 &= 0,72 \text{ gr} \\
 \text{Massa Kuningan, } m_k &= V_k \times \rho_k \\
 &= 0,54 \text{ cm}^3 \times 8,4 \text{ gr / cm}^3 \\
 &= 4,53 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa Magnesium oksida, } m_M &= V_M \times \rho_M \\
 &= 0,36 \text{ cm}^3 \times 3,58 \text{ gr / cm}^3 \\
 &= 1,29 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

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

Fraksi volume filler dan matrik 60%:40%	Massa (gr)			
	Serbuk kayu	Kuningan	MgO	Epoxyresin
Serbuk kayu:serbuk kuningan:MgO (50:30:20)	0,72	4,53	1,29	3,24
Serbuk kayu:serbuk kuningan:MgO (60:20:20)	0,86	3,02	1,29	3,24
Serbuk kayu:serbuk kuningan:MgO (70:10:20)	1,00	1,51	1,29	3,24

### 3.3.2 Proses Pembuatan Komposit

a) Proses pencetakan spesimen uji tarik komposit adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan serbuk kayu jati yang telah dikeringkan dibawah sinar matahari selama 1 jam, serbuk kuningan , *magnesium oksida* (MgO), dan matriks *epoxyresin* serta *hardener*.

2. Memberikan kit pada cetakan agar bahan mudah dilepaskan setelah mengeras.



**Gambar 3.15** Pelapisan cetakan dengan kit

3. Menimbang serbuk kayu jati sesuai dengan jumlah yang ditentukan.



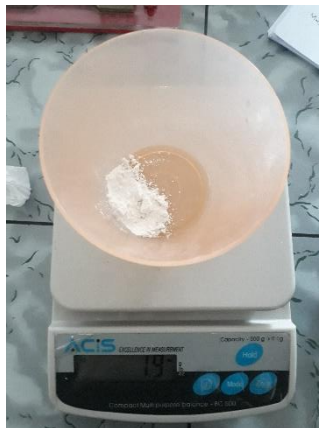
**Gambar 3.16** Menimbang serbuk kayu jati

4. Menimbang serbuk kuningan sesuai dengan jumlah yang ditentukan.



**Gambar 3.17** Penimbangan serbuk kuningan

5. Menimbang *magesium oksida* (MgO) dengan jumlah yang telah diteneukan.



**Gambar 3.18** Penimbangan magnesium oksida (MgO)

6. Mencampur serbuk kayu jati, serbuk kuningan, dan magnesium oksida (MgO) kemudian diaduk sampai rata (homogen).



**Gambar 3.19** Pencampuran serbuk kayu, kuningan, & MgO



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



**Gambar 3.20** Penimbangan *epoxyresin* dan *hardener*

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



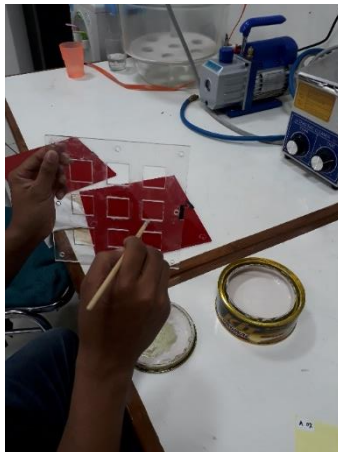
**Gambar 3.21** Pencampuran *epoxyresin* dengan *filler*

9. Masukkan bahan kedalam cetakan yang telah diberi kit kemudian di *press* atau diberi pembebanan.

**b) Proses pencetakan spesimen uji keausan komposit adalah sebagai berikut:**

1. Menyiapkan serbuk kayu jati yang telah dikeringkan dibawah sinar matahari selama 1 jam, serbuk kuningin , *magnesium oksida* (MgO), dan matriks *epoxyresin* serta *hardener*.

2. Memberikan kit pada cetakan agar bahan mudah dilepaskan setelah mengeras.



**Gambar 3.22** Pelapisan cetakan dengan kit

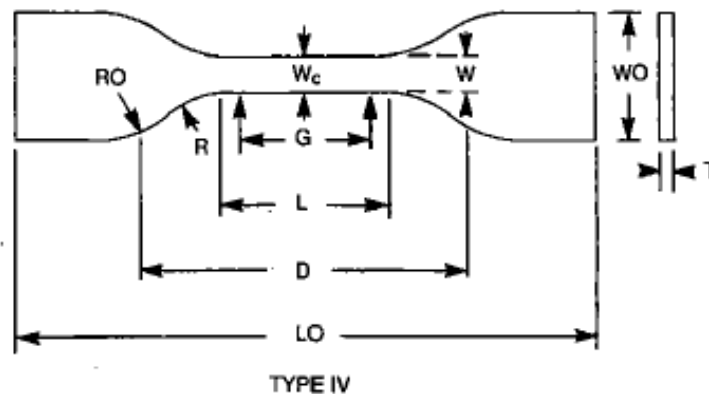
3. Menimbang serbuk kayu jati sesuai dengan jumlah yang ditentukan seperti pada gambar 3.16
4. Menimbang serbuk kuningan sesuai dengan jumlah yang ditentukan ditentukan seperti pada gambar 3.17.
5. Menimbang *magesium oksida* (MgO) dengan jumlah yang telah diteneukan seperti pada gambar 3.18.
6. Mencampur serbuk kayu jati, serbuk kuningan, dan magnesium oksida (MgO) kemudian diaduk sampai rata (homogen) seperti pada gambar 3.19.
7. Menimbang *epoxyresin* dan *hardener* dengan perbandingan 1:1 seperti ditunjukkan pada gambar 3.20
8. Mencampur antara *epoxyresin* dengan bahan *filler*, diaduk secara merata sehingga diharapkan campuran homogen seperti pada gambar 3.21
9. Memasukan bahan kedalam cetakan yang telah diberi kit kemudian di *press* atau diberi pembebanan.

### **3.4 Prosedur pengujian tarik**

Besarnya harga kekuatan tarik diperoleh dari gaya longitudinal maksimum hingga spesimen mengalami patah. Dari pengujian tarik yang telah dilakukan

didapatkan data berupa grafik dengan harga gaya tarik maksimum ( $F_{max}$ ) dan *displacement* ( $\Delta L$ ).

Dengan menggunakan persamaan 2.2 kita bisa menghitung besar dari kekuatan tarik ( $\sigma$ ) material komposit serbuk kayu jati dengan matriks *epoxy*. Pengujian dilakukan dengan banyak sample 15 buah, dengan masing-masing jumlah spesimen yaitu A1 5 buah, A2 5 buah, serta A3 5 buah. Nilai dari regangan ini adalah regangan proporsional yang didapat dengan cara membuat garis lurus pada grafik tegangan hasil uji tarik komposit. Nilai  $\Delta l$  didapatkan dari pengurangan antara  $l - \Delta l_0$ , kemudian besarnya nilai dari panjang daerah tarik ( $L$ ) seperti ditunjukkan pada gambar 3.23 yaitu sebesar 25 mm dimana nilai tersebut merupakan standar yang sudah ada pada ASTM D 638 – 02a tipe IV.



**Gambar 3.23** ASTM D 638 – 02a tipe IV.

Besarnya nilai dari modulus elastisitas komposit merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah proporsional, yaitu dengan membuat segitiga siku pada garis proporsional (lurus) untuk mendapatkan nilai  $\Delta F$  dan  $\Delta L$ . Dengan menggunakan persamaan 2.4 kita dapat mencari nilai dari modulus elastisitas.

Berikut merupakan langkah-langkah dalam pengujian tarik:

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



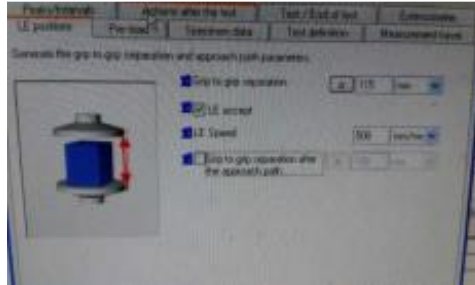
**Gambar 3.24** Spesimen uji tarik

2. Menghidupkan mesin uji tarik



**Gambar 3.25** Mesin uji tarik

3. 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 3.26** Setting kecepatan uji tarik



**Gambar 3.27** Pemasangan spesimen uji tarik

4. Lakukan pembebanan tarik dengan kecepatan konstan
5. Didapatkan beban hasil dari pengujian tarik
6. Olah data hasil dari pengujian tarik

### 3.5 Prosedur pengujian keausan

Pengujian ini dilakukan dengan alat mesin uji keausan *ogoshi high speed universal testing machine (type OAT-U)*. Spesimen uji akan diberikan pembebanan gesek secara konstan dan berulang melalui pisau pengaus yang berputar (*revolving disc*). Besarnya goresan keausan pada spesimen uji menjadi parameter dalam menentukan tingkat dari keausan material spesimen uji tersebut. Jika keausan yang terjadi semakin besar maka semakin banyak volume material yang terkelupas dari spesimen uji. Pengujian ini dilakukan dengan lama pengujian selama 1 menit setiap spesimen uji, dengan beban sebesar 2,12 kg, dan panjang lintasan sepanjang 66,6 m. Pengujian spesimen dilakukan sebanyak 9 kali dengan masing-masing setiap variasi diambil 3 sample. Kemudian setelah selesai melakukan pengujian hasil pengujian dilihat menggunakan mikroskop untuk mengetahui besar goresan yang terjadi.

Berikut merupakan prosedur dalam pengujian keausan :

1. Atur pembebanan yang akan digunakan dalam pengujian, dalam pengujian ini memakai pembebanan 2,12 kg dengan panjang lintasan 66,6 m, sehingga *gaer ratio* yang digunakan adalah (36/108).
2. Pasangkan spesimen uji pada tempat pengujian, kemudian kencangkan penekan.



**Gambar 3.28** Pemasangan spesimen uji

3. Pasangkan *pinion* dengan *load change replaceable gear* dengan mengatur jarak pada *peep hole* yaitu sebesar 4-5mm.



**Gambar 3.29** Pengaturan *peep hole*

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





**Gambar 3.30** Mesin uji

5. Setelah selesai matikan mesin dengan menekan tombol OFF ,kemudian lepas spesimen uji.
6. Lihat hasil goresan pengujian dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran lensa 100x untuk mengetahui lebar gores kemudian hasil gores dirata-rata.



**Gambar 3.31** Hasil pengujian, dilihat dengan mikroskop

7. Data didapat, kemudian olah data.

### **3.6** Prosedur pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan ini dilakukan untuk mengetahui besar nilai kekerasan bahan material komposit. Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali disetiap variasi dengan jumlah variasi 3. Pengujian kekerasan menggunakan

pengujian kekerasan brinell 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. Indenter ditekan kedalam sample dengan kekuatan tekan yang sudah ditentukan.
2. Gaya dipertahankan dengan lama waktu 15 detik.
3. Setelah selesai, indenter diangkat dengan meninggalkan indentasi bulat pada sample.
4. Ukur besar indentasi menggunakan mikroskop optik dengan mengukur dua diagonal dari indentasi, kemudian dirata-rata.