

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Material Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Adapun kegiatan penelitian yang dilakukan di laboratorium material teknik mesin adalah: menimbang berat bahan, pencampuran bahan, pembuatan spesimen, pemanasan spesimen komposit, pengujian kekerasan dan foto makro.

#### **B. Bahan Yang Digunakan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

##### **1. Resin *phenolic* (*phenolic resin*)**

Resin phenolic berfungsi sebagai matrik dalam komposit. Resin ini mampu tahan pada temperatur tinggi (*thermoset*), sampai 200°C.



Gambar 17. Serbuk *phenolic* resin

## 2. *Fly ash* (abu terbang batu bara)

*Fly ash* berfungsi sebagai penguat atau pengisi dalam komposit. *Fly ash* mengandung bahan seperti: silikat ( $\text{SiO}_2$ ), alumina( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), dan besi oksida( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), sisanya adalah karbon, kalsium, magnesium, dan belerang.



Gambar 18. Serbuk *fly ash*

## 3. Barium sulfat ( $\text{BaSo}_4$ )

Barium sulfat ( $\text{BaSo}_4$ ) dapat meningkatkan kerapatan massa dan dapat meningkatkan ketahanan pada temperatur tinggi serta dapat mengurangi tingkat keausan. Di indonesia, barium sulfat dalam bentuk serbuk berwarna putih.



Gambar 19. Serbuk barium sulfat ( $\text{BaSo}_4$ )

#### 4. Grafit

Grafit termasuk bahan *friction modifier* tingkat gesekan grafit dipengaruhi oleh kelembaban dan strukturnya. Penambahan grafit dapat meningkatkan ketahanan aus serta dapat mempengaruhi koefisien gesek.



Gambar 20. Serbuk grafit

#### 5. NBR (*Nitrile Butadiene Rubber*)

NBR digunakan untuk mengurangi kekerasan. NBR dipilih menjadi bahan penyusun komposit, karna NBR memiliki ketahanan thermal yang baik dibandingkan jenis karet lainnya.



Gambar 21. Serbuk NBR (*Nitrile Butadiene Rubber*)

#### 6. Serbuk besi (Fe)

Serbuk ini ditambahkan sebagai material gesek agar dapat memperbaiki karakteristik thermal komposit. Serbuk besi memiliki konduktivitas thermal dan difusivitas thermal yang baik.



Gambar 22. Serbuk besi (Fe)

### C. Alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. *Rockwell hardness tester*

Merk : AFFRI Seri 206.RT-206.RTS

*Loading : Maximum 150 Kgf dan Minimum 60 Kgf*

Spesifikasi : HR C Load : 150 Kgf,

HR B Load : 100 Kgf

Indentor : Steel Ball 1/16"

HR A Load : 60 Kgf

Indentor : Kerucut Diamond 1200

Alat ini digunakan sebagai pengujian kekerasan komposit.



Gambar 23. *Hardnes tester*

## 2. *Thermo control*

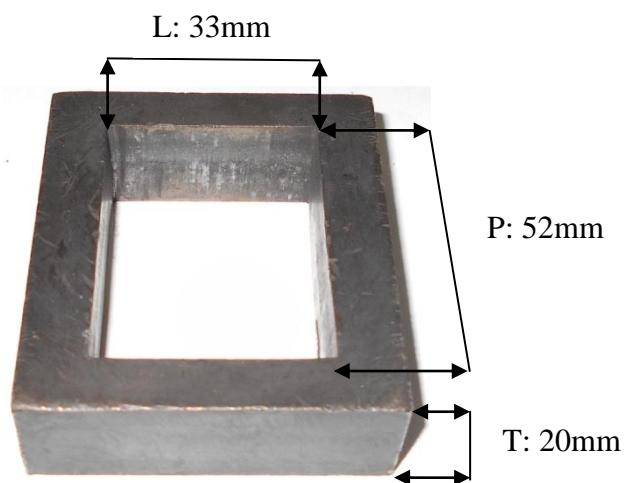
Alat ini digunakan untuk mengatur temperatur pada saat proses pemanasan komposit. *Thermo control* ini dapat memanaskan elemen pemanas hingga temperatur  $600^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 24. *Thermo control*

## 3. Cetakan

Digunakan untuk mencetak benda uji. Dimensi dari cetakan ini yaitu panjang : 52 mm, lebar : 33 mm, dan tinggi : 20 mm yang ditunjukkan pada gambar berikut ini :



Gambar 25. Cetakan

#### 4. *Mixer*

Digunakan sebagai pengaduk resin *phenolic*, *fly ash*, *byrite* (BaSO<sub>4</sub>), grafit, NBR , dan serbuk besi (Fe) sehingga mempunyai komposisi yang seragam.



Gambar 26. *Mixer*

#### 5. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk mengukur berat *Phenolic* resin, *fly ash*, *byrite* (BaSO<sub>4</sub>), grafit, NBR , dan serbuk besi (Fe) sebelum dilakukan pencampuran dalam pembuatan komposit. Timbangan ini memiliki ketelitian 0,1-500 kg



Gambar 27. Timbangan digital

### 6. Furnace

Digunakan untuk proses *curing* (perlakuan panas komposit) dimana material komposit dipanaskan dengan temperatur dan waktu tertentu.



Gambar 28. Furnace

### 7. Dongkrak hidrolik

Digunakan untuk mengepress komposit agar padat. Dongkrak ini memiliki kapasitas untuk menahan beban hingga 5 ton.



Gambar 29. Dongkrak hidrolik

## 8. Digital mikroskop

Digital mikroskop ini digunakan untuk mengamati hasil pengujian kekerasan dan distribusi partikel bahan penyusun komposit. Mikroskop ini memiliki ukuran perbesaran antara 40x sampai 1000x.



Gambar 30. Digital mikroskop

## D. Prosedur Penelitian

Prosedur pengujian dimulai dengan menyiapkan kelengkapan alat uji kekerasan seperti indentor bola baja  $\frac{1}{8}$  in, dudukan tempat spesimen uji dan kalibrasi *hardness gauge*. Adapun alat uji kekerasan yang digunakan adalah *Rockwell hardness tester*. Pengujian dilanjutkan dengan meletakkan spesimen di tempat alat uji kekerasan. Kemudian pemberian beban awal (*minor load*) pada sepesimen dimana beban yang diberikan adalah sebesar 10 kg. Selanjutnya memberi beban penuh yaitu *major load* sebesar 100 kg dan menghitung waktu yang digunakan pada proses pengujian yaitu dengan waktu 10 detik. Sehingga didapatkan hasil pengujian berupa cekungan (identasi) pada spesimen akibat tekanan dari bola baja. Pengujian ini terus berjalan sampai 15 spesimen komposit, dengan 3 variasi komposisi *fly ash* dan NBR. Pada setiap variasi didapatkan 5 spesimen pengujian. Pada variasi pertama *fly ash* yang digunakan adalah 5% dan NBR 15%, variasi kedua *fly ash* 10% dan NBR 10%, dan variasi ketiga *fly ash* 15% dan NBR 5%. Pengujian pada setiap spesimen dilakukan pada dua permukaan, dimana setiap permukaan dilakukan 3 titik pengujian yang berbeda.

Metode pelaksanaan penelitian yang dilakukan dibagi menjadi 4 tahapan, yaitu:

1. Persiapan cetakan spesimen uji
2. Persiapan pencampuran bahan
3. Pembuatan spesimen uji
4. Prosedur pengujian dan analisa

## 1. Persiapan cetakan spesimen uji

Cetakan spesimen uji dibuat dengan ukuran standar pengujian, bahan yang digunakan untuk cetakan ini adalah baja dengan kelas sedang. Cetakan ini disesuaikan dengan geometri spesimen uji kekerasan ASTM D 785-03 *Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials.*



Gambar 31. Cetakan spesimen komposit

## 2. Persiapan pencampuran bahan

### a. Persiapan *matriks*

Pencampuran untuk pembuatan spesimen uji kekerasan, *matriks* yang digunakan adalah resin *phenolic*. Resin ini memiliki warna hitam dan berbentuk serbuk. Resin ini digunakan karena memiliki ketahanan temperatur tinggi. Komposisi *matriks* yang digunakan sebanyak 60%.

### b. Persiapan bahan penguat (*Reinforcement*)

Bahan penguat yang digunakan adalah *fly ash* batu bara PLTU Tarahan. *Fly ash* mengandung bahan seperti: silikat ( $\text{SiO}_2$ ), alumina( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), dan

besi oksida( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), sisanya adalah karbon, kalsium, magnesium, dan belerang. *Fly ash* ini memiliki bentuk serbuk berwarna abu-abu. Komposisi *fly ash* yang digunakan yaitu sebanyak 5%, 10%, dan 15%.

c. Persiapan bahan pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit ini adalah serbuk besi (Fe), dan barium sulfat ( $\text{BaSO}_4$ ). Serbuk besi (Fe) digunakan untuk menaikkan konduktifitas thermal, dan akan meningkatkan koefisien gesek. Barium sulfat ( $\text{BaSO}_4$ ) memiliki fungsi memperbaiki ketahanan matriks pnenolic terhadap temperatur tinggi. Komposisi serbuk besi (Fe) yang digunakan yaitu sebanyak 5%, dan barium sulfat ( $\text{BaSO}_4$ ) sebanyak 10%.

d. Persiapan bahan pengikat (*Binder*)

Bahan pengikat yang digunakan adalah NBR (*Nitrile Butadiene Rubber*). NBR digunakan untuk meningkatkan fleksibilitas komposit dan memiliki ketahanan thermal yang baik dibandingkan dengan jenis karet yang lain. Komposisi NBR yang digunakan sebanyak 15%, 10%, 5%.

e. Persiapan bahan (*Friction modifier*)

*Friction modifier* berfungsi untuk memodifikasi atau mengatur koefisien gesek. Bahan yang digunakan sebagai *Friction modifier* adalah grafit. Grafit dapat meningkatkan ketahanan aus serta mempengaruhi koefisien gesek. Komposisi grafit yang digunakan sebanyak 5%.

Tabel 3. Komposisi bahan penyusun komposit

Bahan penyusun komposit		komposisi komposit (%)		
		A	B	C
Matriks	<i>Phenolic resin</i>	60%	60%	60%
<i>Reinforcement</i>	<i>Fly ash</i>	5%	10%	15%
<i>Binder</i>	NBR ( <i>Nitrile Butadiene Rubber</i> )	15%	10%	5%
<i>Filler</i>	BaSO <sub>4</sub> (Barium sulfat)	10%	10%	10%
	Serbuk besi (Fe)	5%	5%	5%
<i>Friction modifier</i>	Grafit	5%	5%	5%

### 3. Pembuatan spesimen uji

Setelah menyiapkan bahan penyusun komposit yang berupa *phenolic resin*, *fly ash*, NBR, BaSO<sub>4</sub> (Barium sulfat), grafit, serbuk besi (Fe) dengan komposisi yang sudah sesuai, selanjutnya mencampur komposisi (*mixing*) dengan lama waktu pencampuran 20 menit. Sehingga mendapatkan campuran yang homogen. Selanjutnya adalah memasukkan bahan-bahan yang telah tercampur kedalam cetakan yang telah diberi oli untuk mempermudah mengeluarkan komposit dari cetakan. Kemudian memanaskan komposit dengan temperatur 250° C dan ditekan dengan tekanan 5 ton selama 30 menit. Setelah proses penekanan selesai selanjutnya adalah proses *curing* pada proses ini spesimen komposit dipanaskan dengan menggunakan *Furnace* selama 4 jam dengan

temperatur  $150^{\circ}$  C. Selanjutnya mengamplas spesimen agar permukaan yang akan diuji kekerasan memiliki permukaan yang rata dan halus, selanjutnya memberi label (Kode spesimen).

Tabel 4. Jumlah spesimen yang akan diuji kekerasan

Pengujian	Jumlah spesimen komposit		
	Variasi A	Variasi B	Variasi C
Kekerasan <i>Rockwell</i> (R)	5	5	5

#### 4. Prosedur pengujian dan analisa

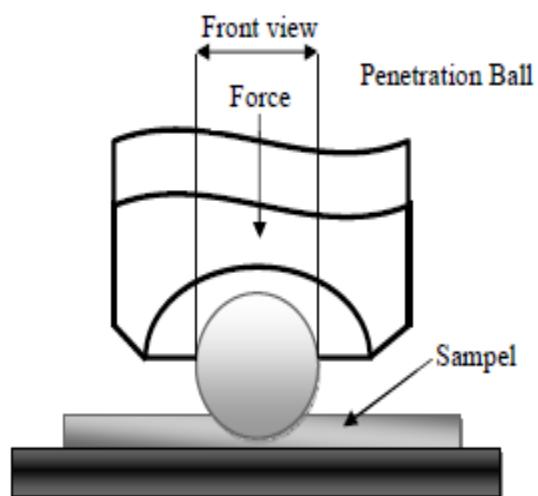
Pelaksanaan pengujian adalah proses uji kekerasan, pengujian kekerasan pada komposit dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan. Dari pengujian ini akan didapatkan hasil nilai kekerasan *Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials*. Prosedur pengukuran kekerasan dengan metode *Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials* adalah sebagai berikut :

1. Pertama-tama permukaan benda uji (spesimen) dibersihkan sehingga permukaan tersebut rata dan sejajar terhadap permukaan benda uji.
2. Kemudian dilakukan pemilihan metode pengujian kekerasan *Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials*. dengan indentor bola baja  $\frac{1}{8}$ ". Pengukuran-pengukuran kekerasan dilakukan beberapa titik pada permukaan spesimen.

Tabel 5. Skala kekerasan rockwell (ASTM D 785-03)

Rockwell Hardness Scale	Minor load (kg)	Major load (kg)	Indent diameter	
			in	mm
R	10	60	0.5000	12.700
L	10	60	0.2500	6.350
M	10	100	0.2500	6.350
E	10	100	0.1250	3.175
K	10	150	0.1250	3.175

Ilustrasi pengujian kekerasan rockwell dapat dilihat pada Gambar 32 dibawah ini:

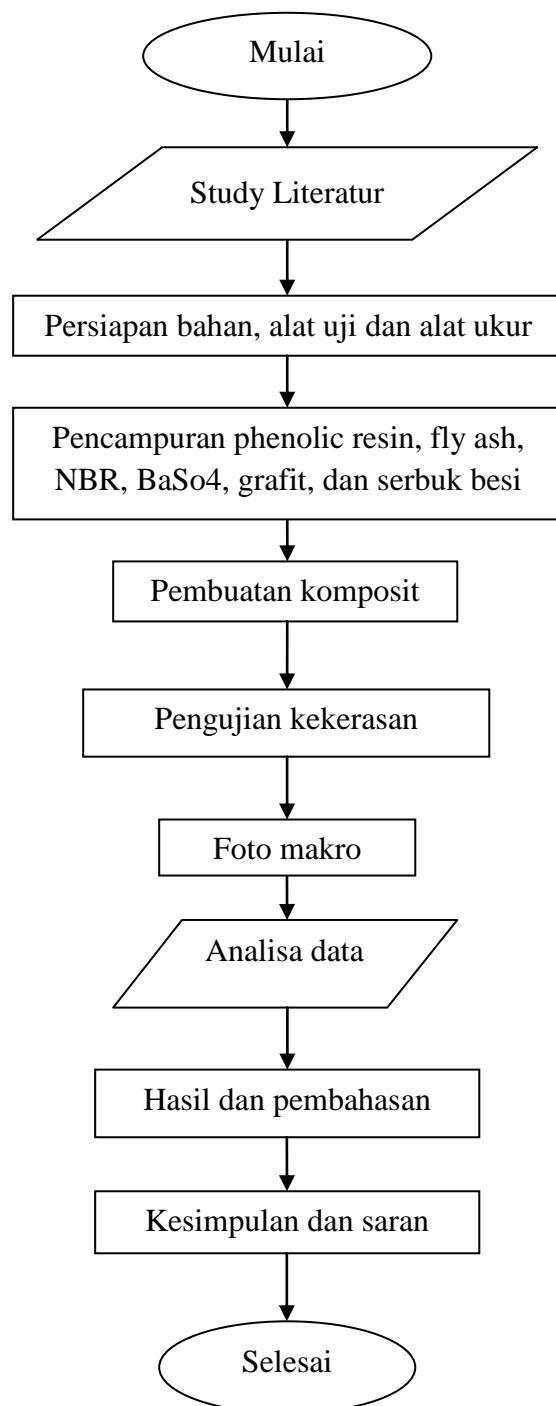


Gambar 32. Ilustrasi pengujian kekerasan rockwell (Callister, 2003)

3. Menyiapkan beban penekan yang akan digunakan untuk pengujian sesuai dengan jenis sampelnya dengan berat pembebatan 100 kg.
4. Meletakkan spesimen uji pada meja uji.
5. Memilih waktu penekanan selama 10 detik.
6. Setelah selesai proses penekanan selama 10 detik, maka *hardness gauge* akan menunjukkan nilai kekerasan.
7. Mencatat hasil dari pengujian kekerasan.
8. Mengidentifikasi hasil pengujian dengan menggunakan foto Makro menggunakan alat digital mikroskop, untuk melihat distribusi partikel bahan penyusun komposit dan melihat ikatan partikel bahan penyusun pada permukaan hasil pengujian.

## 5. Alur proses penelitian

Adapun diagram alir pada penelitian ini ditunjukan oleh Gambar 33 sebagai berikut:



Gambar 33. Diagram alir penelitian