

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

3.1.1 Bonggol Jagung

Bonggol jagung yang digunakan untuk pembuatan kampas rem adalah bonggol jagung yang sudah kering, serbuk bonggol jagung didapat dengan menghancurkan dengan cara diblender agar didapat serbuk yang halus dengan ukuran yang kecil. Serbuk bonggol jagung ini digunakan sebagai penguat dalam pembuatan kampas rem. Bonggol jagung didapat dari kebun sendiri. Serbuk bonggol jagung dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Serbuk Bonggol Jagung

3.1.2 *Aluminium Oxide* (Al_2O_3)

Aluminium oxide berfungsi sebagai serat dan juga sebagai bahan pengisi yang berguna untuk meningkatkan kekerasan pada kampas rem. Serbuk *aluminium oxide* bisa dibeli di toko Bisa Kimia. Serbuk *aluminium oxide* dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 *Aluminium Oxide*

3.1.3 Resin *Polyester*

Resin yang digunakan adalah resin polyester tipe chemset 5597NW resin berfungsi sebagai zat pengikat *filler* atau penguat yaitu bonggol jagung dan aluminium oxide. Resin bisa dibeli di toko Ngasem Baru. Resin *polyester* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Resin *Polyester*

3.1.4 Katalis

Katalis berfungsi sebagai zat pengeras pada campuran bahan kampas rem. Perbandingan campuran antara katalis dengan resin yaitu 1:100 atau 1% dari resinnya. Katalis bisa dibeli di toko Ngasem Baru. Katalis dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Katalis

3.1.5 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium hidroksida (NaOH) digunakan untuk menghilangkan lignin dari serbuk alam. NaOH bisa di beli di toko ngasem baru. Natrium hidroksida dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Natrium Hidroksida

3.2 Alat

Alat yang digunakan untuk pembuatan dan pengujian spesimen kampak rem adalah :

3.2.1 Cetakan (*Dies*)

Alat ini digunakan untuk mencetak bentuk spesimen yang diinginkan. Cetakan terbuat dari plat besi dengan panjang 20 cm, lebar 3 cm, dan tinggi 0,7 cm. Cetakan spesimen dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Cetakan

3.2.2 Alat Penyaring (*Electric Sieve Shaker*)

Alat ini digunakan untuk menyaring serbuk bonggol jagung dan serbuk alumina agar didapat ukuran serbuk (butiran) yang sama. Ayakan yang digunakan berukuran *mesh* 60. Alat penyaring dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Alat Penyaring (*Electric Sieve Shaker*)

3.2.3 Timbangan Digital

Alat ini digunakan untuk menimbang berat dari masing-masing bahan yang akan digunakan untuk pembuatan kampas rem kampas rem sesuai dengan variasi yang sudah ditentukan. Timbangan digital dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Timbangan Digital

3.2.4 Alat Press

Alat ini digunakan untuk menekan (mengkompaksi) bahan yang berada di dalam cetakan (*dies*) agar spesimen yang dicetak kepadatannya merata. Alat *press* dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Alat Press

3.2.5 Alat Foto Makro

Alat ini digunakan untuk mengetahui karakterisasi permukaan kampas rem yaitu kehomogenan dari bahan-bahan yang digunakan. Alat yang digunakan yaitu OLYMPUS SZ-61 buatan jepang dengan skala 100 micrometer pembesaran 10 kali. Pengujian foto makro dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Alat foto makro dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Alat Foto Makro

3.2.6 Alat Uji Kekerasan

Alat uji ini digunakan untuk mengetahui nilai kekerasan spesimen kampas rem. Alat uji kekerasan yang digunakan menggunakan metode *Shore Hardness Tester (Type D)* atau biasa disebut *Durometer*. Pengujian kekerasan *durometer*

dilakukan di D3 Teknik Mesin, Universitas Gajah Mada. Alat uji kekerasan *durometer* dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Alat Uji Kekerasan *Durometer*

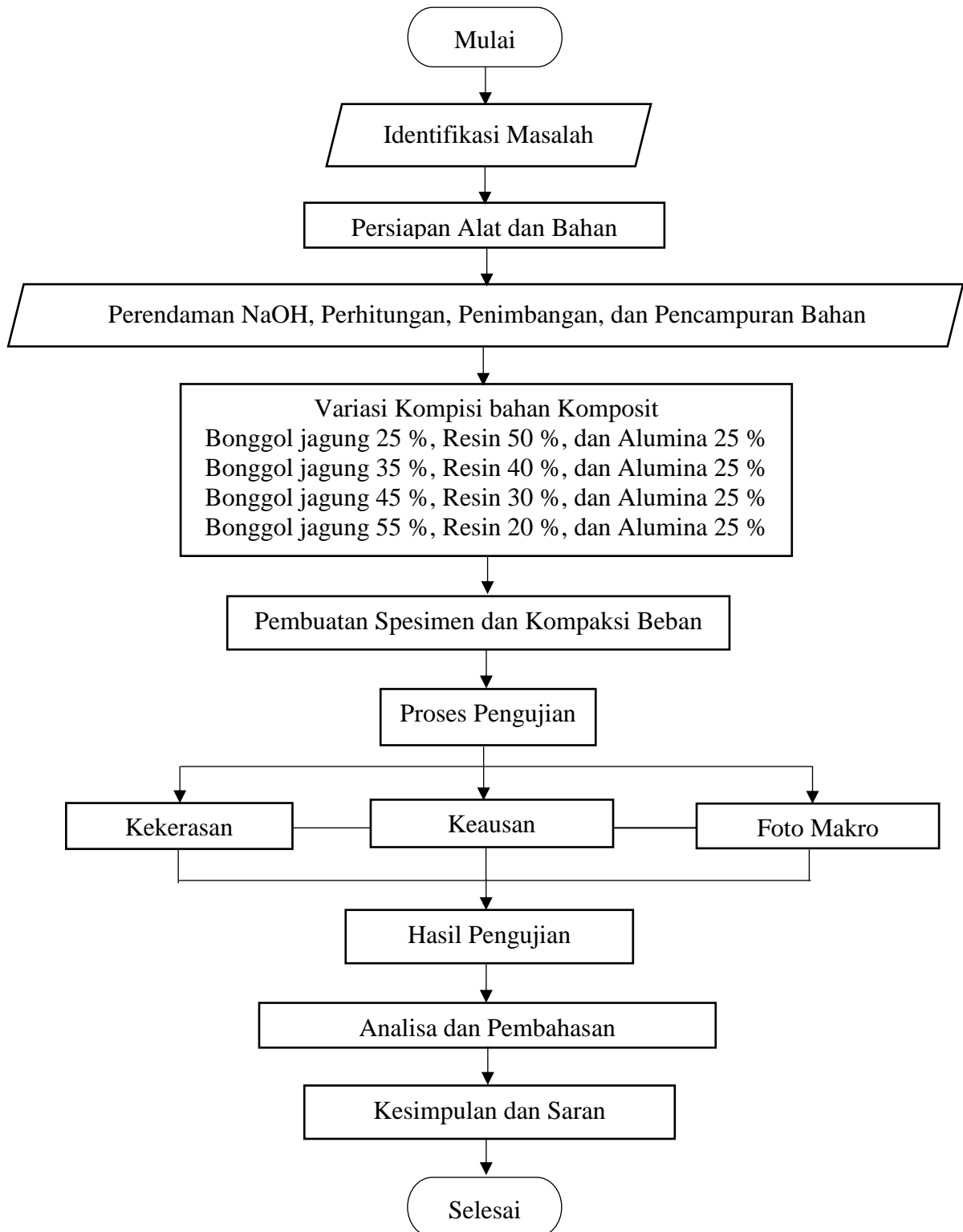
3.2.7 Alat Uji Keausan

Alat ini digunakan untuk mengetahui nilai keausan spesimen kampas rem. Alat uji keausan yang digunakan yaitu *Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine* (Type OAT-U). Beban yang digunakan 12,27 kg, jari-jari piringan pengaus 15 mm, lebar piringan pengaus 3 mm, jarak tempuh 400 m dan waktu selama 60 detik. Pengujian keausan *ogoshi* dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas teknik, Universitas Gajah Mada. Alat uji keausan *ogoshi* dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Alat Uji Keausan *Ogoshi*

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.13 Diagram Alir Penelitian

3.4 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

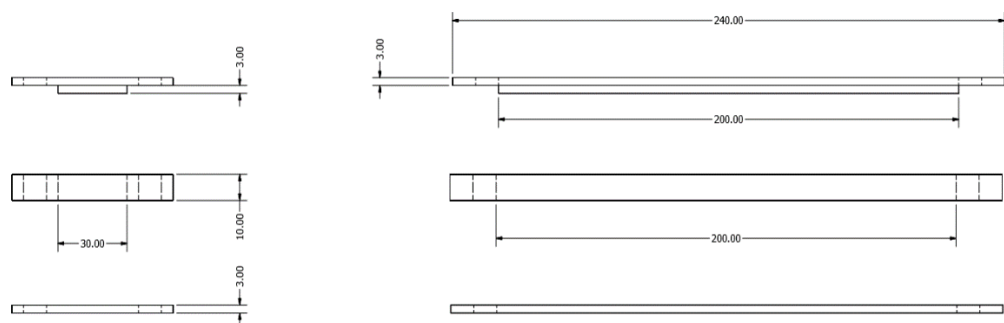
3.4.1 Persiapkan Alat dan Bahan

Bahan meliputi bahan baku produk (serbuk bonggol jagung, serbuk alumina, resin *polyester*, katalis, dan bahan cetakan (plat besi, mur dan baut) peralatan meliputi (gergaji besi, palu, amplas, dll)

3.4.2 Pembuatan Cetakan

Langkah-langkah pembuatan cetakan yaitu :

1. Cetakan produk dibuat dari plat besi agar cukup kuat menerima pembebanan dari alat penekan.
2. Dalam desain cetakan produk kampas rem, plat besi dibentuk mengikuti spesimen kampas rem berukuran panjang 200 mm, lebar 30 mm, dan tinggi 7 mm. Desain cetakan dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Desain Cetakan Spesimen

3. Setelah cetakan jadi kemudian gerinda dan amplas permukaan yang kurang halus.

3.4.3 Pembuatan Serbuk

Langkah-langkah pembuatan serbuk yaitu :

1. Bonggol jagung dikeringkan dengan cara dijemur.
2. Kemudian bonggol jagung dihaluskan dengan cara diblender sampai menjadi serbuk.
3. Setelah serbuk didapat kemudian disaring dengan ukuran 60 *mesh* agar didapat ukuran serbuk (butiran) yang sama.
4. Merendam serbuk dalam larutan 10 % NaOH selama 24 jam. Pelarutan 10 % NaOH dengan 1 liter air.

5. Menyaring serbuk dengan kain kemudian cuci dengan air mengalir dan dikeringkan.

3.4.4 Perhitungan Fraksi Volume Komposit

Sebelum memasuki proses percetakan perlu dilakukan perhitungan massa serbuk bonggol jagung, alumina dan resin polyester. Variasi fraksi volume bonggol jagung yaitu 25 %, 35 %, 45 %, 55 % dengan perhitungan sebagai berikut :

Diketahui :

$$\text{Massa jenis bonggol jagung} = 0,72 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Massa jenis alumina} = 1,52 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Massa jenis polyester} = 1,23 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Dimensi cetakan : panjang (p)} = 20 \text{ cm}$$

$$\text{lebar (l)} = 3 \text{ cm}$$

$$\text{tebal (t)} = 0,7 \text{ cm}$$

Fraksi volume 25 % bonggol jagung, 25 % alumina, 50 % resin *polyester*.

$$\begin{aligned} \text{Volume cetakan, } V_c &= p \times l \times t \dots\dots\dots(3.1) \\ &= 20 \text{ cm} \times 3 \text{ cm} \times 0,7 \text{ cm} \\ &= 42 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume bonggol jagung, } V_b &= \frac{V_b}{100} \times V_c \dots\dots\dots(3.2) \\ &= \frac{25}{100} \times 42 \\ &= 10,5 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume alumina, } V_a &= \frac{V_a}{100} \times V_c \dots\dots\dots(3.3) \\ &= \frac{25}{100} \times 42 \\ &= 10,5 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume matriks, } V_m &= \frac{V_m}{100} \times V_c \dots\dots\dots(3.4) \\ &= \frac{50}{100} \times 42 \\ &= 21 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa bonggol jagung, } m_b &= \rho_b \times V_b \dots\dots\dots(3.5) \\ &= 0,72 \text{ gr/cm}^3 \times 10,5 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 7,56 \text{ gr} \\
 \text{Massa alumina, } m_a &= \rho_a \times V_a \dots \dots \dots (3.6) \\
 &= 1,52 \text{ gr/cm}^3 \times 10,5 \text{ cm}^3 \\
 &= 15,96 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa matriks, } m_m &= \rho_m \times V_m \dots \dots \dots (3.7) \\
 &= 1,23 \text{ gr/cm}^3 \times 21 \text{ cm}^3 \\
 &= 25,83 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Fraksi volume 35 % bonggol jagung, 25 % alumina, 40 % resin *polyester*.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume cetakan, } V_c &= p \times l \times t \\
 &= 20 \text{ cm} \times 3 \text{ cm} \times 0,7 \text{ cm} \\
 &= 42 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume bonggol jagung, } V_b &= \frac{V_b}{100} \times V_c \\
 &= \frac{35}{100} \times 42 \\
 &= 14,7 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume alumina, } V_a &= \frac{V_a}{100} \times V_c \\
 &= \frac{25}{100} \times 42 \\
 &= 10,5 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume matriks, } V_m &= \frac{V_m}{100} \times V_c \\
 &= \frac{40}{100} \times 42 \\
 &= 16,8 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa bonggol jagung, } m_b &= \rho_b \times V_b \\
 &= 0,72 \text{ gr/cm}^3 \times 14,7 \text{ cm}^3 \\
 &= 10,58 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa alumina, } m_a &= \rho_a \times V_a \\
 &= 1,52 \text{ gr/cm}^3 \times 10,5 \text{ cm}^3 \\
 &= 15,96 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa matriks, } m_m &= \rho_m \times V_m \\
 &= 1,23 \text{ gr/cm}^3 \times 16,8 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$= 20.66 \text{ gr}$$

Fraksi volume 45 % bonggol jagung, 25 % alumina, 30 % resin *polyester*.

$$\begin{aligned} \text{Volume cetakan, } V_c &= p \times l \times t \\ &= 20 \text{ cm} \times 3 \text{ cm} \times 0,7 \text{ cm} \\ &= 42 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume bonggol jagung, } V_b &= \frac{V_b}{100} \times V_c \\ &= \frac{45}{100} \times 42 \\ &= 18,9 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume alumina, } V_a &= \frac{V_a}{100} \times V_c \\ &= \frac{25}{100} \times 42 \\ &= 10,5 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume matriks, } V_m &= \frac{V_m}{100} \times V_c \\ &= \frac{30}{100} \times 42 \\ &= 12,6 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa bonggol jagung, } m_b &= \rho_b \times V_b \\ &= 0,72 \text{ gr/cm}^3 \times 18,9 \text{ cm}^3 \\ &= 13,6 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa alumina, } m_a &= \rho_a \times V_a \\ &= 1,52 \text{ gr/cm}^3 \times 10,5 \text{ cm}^3 \\ &= 15,96 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa matrik, } m_m &= \rho_m \times V_m \\ &= 1,23 \text{ gr/cm}^3 \times 12,6 \text{ cm}^3 \\ &= 15,49 \text{ gr} \end{aligned}$$

Fraksi volume 55 % bonggol jagung, 25 % alumina, 20 % resin *polyester*.

$$\begin{aligned} \text{Volume cetakan, } V_c &= p \times l \times t \\ &= 20 \text{ cm} \times 3 \text{ cm} \times 0,7 \text{ cm} \\ &= 42 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume bonggol jagung, } V_b &= \frac{V_b}{100} \times V_c \\
 &= \frac{55}{100} \times 42 \\
 &= 23,1 \text{ cm}^3 \\
 \\
 \text{Volume alumina, } V_a &= \frac{V_a}{100} \times V_c \\
 &= \frac{25}{100} \times 42 \\
 &= 10,5 \text{ cm}^3 \\
 \\
 \text{Volume matriks, } V_m &= \frac{V_m}{100} \times V_c \\
 &= \frac{20}{100} \times 42 \\
 &= 8,4 \text{ cm}^3 \\
 \\
 \text{Massa bonggol jagung, } m_b &= \rho_b \times V_b \\
 &= 0,72 \text{ gr/cm}^3 \times 23,1 \text{ cm}^3 \\
 &= 16,63 \text{ gr} \\
 \\
 \text{Massa alumina, } m_a &= \rho_a \times V_a \\
 &= 1,52 \text{ gr/cm}^3 \times 10,5 \text{ cm}^3 \\
 &= 15,96 \text{ gr} \\
 \\
 \text{Massa matriks, } m_m &= \rho_m \times V_m \\
 &= 1,23 \text{ gr/cm}^3 \times 8,4 \text{ cm}^3 \\
 &= 10,33 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dari keseluruhan variasi fraksi volume dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Hasil Perhitungan Variasi Fraksi Volume

Spesimen	Variasi Volume Bonggol Jagung (%)	Massa Bonggol Jagung (g)	Volume Alumina (%)	Massa Alumina (g)	Variasi Volume Matriks (%)	Massa Metriks (g)
1	25	7,56	25	15,96	50	25,83
2	35	10,58	25	15,96	40	20,66
3	45	13,6	25	15,96	30	15,49
4	55	16,63	25	15,96	20	10,33

3.4.5 Pencampuran Bahan

Langkah-langkah pencampuran bahan yaitu :

1. Menyiapkan bahan-bahan yang akan digunakan, seperti : serbuk bonggol jagung, serbuk alumina, resin *polyester* dan katalis.
2. Menimbang semua bahan sesuai dengan perhitungan variasi komposisi dengan timbangan digital, dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Penimbangan Semua Bahan

3. Mencampur serbuk bonggol jagung dan serbuk alumina.
4. Menuangkan resin kedalam gelas dengan menambah katalis 1 %, diaduk hingga katalis tercampur merata kemudian dituang ke campuran serbuk bonggol jagung dan serbuk alumina diaduk hingga persebaran partikel merata.

3.4.6 Percetakan Spesimen

Langkah-langkah percetakan spesimen yaitu :

1. Menuangkan campuran semua bahan kedalam cetakan secara merata, dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Penuangan Adonan pada Cetakan

2. Cetakan diberi penekanan dengan alat *press* dengan kompaksi 1 ton. Setelah itu bahan dibiarkan hingga memadat. Proses kompaksi dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Kompaksi Beban

3. Setelah kering, spesimen dikeluarkan dari cetakan. Hasil cetakan spesimen kampas rem dapat dilihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18 Spesimen Kampas Rem

3.4.7 Pengujian Spesimen

3.4.7.1 Foto Makro dan Mikro

Tahapan untuk pengujian foto makro dari spesimen yang telah dibuat yaitu:

1. Menyiapkan benda uji
2. Memotong benda uji yang akan dilakukan foto makro dan mikro.
3. Melakukan penghalusan pada permukaan potongan benda uji dengan amplas dari yang paling kasar ke paling halus.
4. Melakukan pengamplasan ke semua spesimen yang akan di lakukan foto makro dan mikro.
5. Melakukan pemotretan untuk mendapatkan foto penampang spesimen.

3.4.7.2 Pengujian Kekerasan

Prosedur pengukuran dengan uji kekerasan *durometer* adalah :

1. Menyiapkan benda uji
2. Membersihkan spesimen uji dan amplas sehingga permukaan sejajar dan rata.
3. Kemudian melakukan penekanan indentor ke spesimen selama 15 detik dan lakukan di beberapa titik pada spesimen.

3.4.7.3 Pengujian Keausan

Prosedur pengujian dengan uji keausan *ogoshi* adalah :

1. Menyiapkan benda uji
2. Mengukur tebal (B) dari cincin pemutar (*revolving disc*) pasang pada tempatnya dan kencangkan dengan memutar mur pengikatnya.
3. Memasang benda uji pada *sample holder* yang berada pada tengah-tengah *lever*. Kencangkan benda uji dengan memutar baut pada *window* tersebut searah jarum jam.
4. Mengatur parameter pengujian (beban, kecepatan dan jarak luncur) dengan *men-set* variasi gir.
5. Menekan tombol *switch-on* untuk memulai pengujian.
6. Setelah pengujian selesai mengukur lebar goresan (b) dengan menggunakan *microscop*.