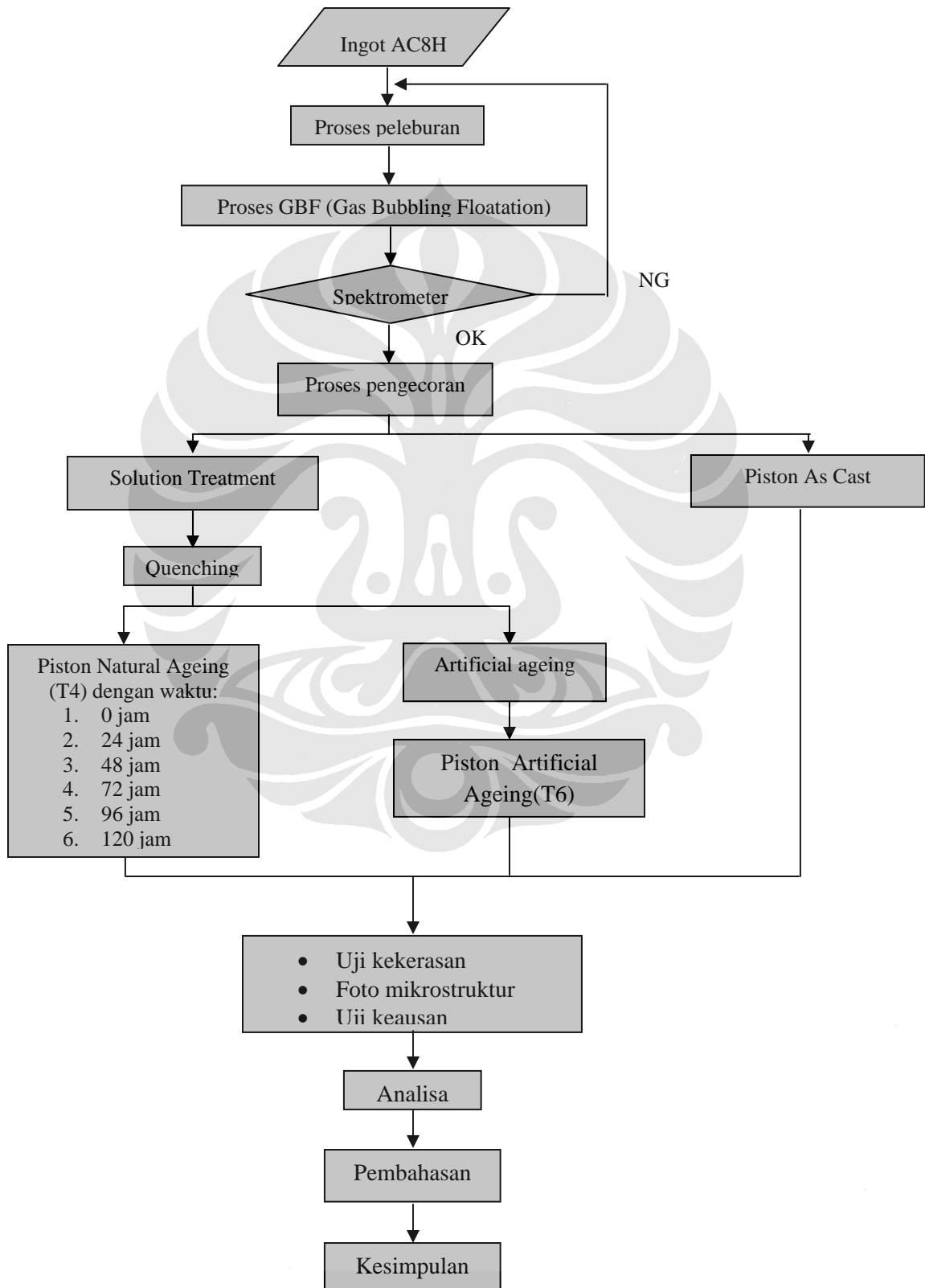


# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Penjelasan dari diagram alir diatas adalah pertama-tama ingot AC8H dilebur pada temperatur  $720^{\circ}\text{C}$ , setelah melebur molten AC8H dilakukan proses GBF (Gas Bubble Flotation) untuk mengangkat kotoran dan selanjutnya dilakukan uji spektrometer untuk mengetahui komposisi kimia dari molten sudah masuk standar komposisi kimia AC8H atau tidak. Jika sudah masuk standar (OK) maka molten siap dituang, dan jika masih NG (Not Good) maka proses peleburan diulang kembali.

Setelah proses penuangan dilanjutkan proses heat treatment. Sebelumnya piston *as cast* langsung dilakukan pengujian keras, aus, dan foto mikrostruktur. Piston yang lain akan dilakukan proses T4 (*natural ageing*) dan T6 (*artificial ageing*), baik T4 maupun T6 dilakukan proses *solution treatment* dengan temperatur  $505 \pm 5^{\circ}\text{C}$  selama  $2\text{ jam} \pm 5$  menit langsung dilakukan proses *quenching* air (pendinginan cepat) selama  $3 \pm 1$  menit dan temperatur air  $71 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Selesai proses *quenching* 6 piston diambil untuk diuji kekerasan, keausan, dan foto mikrostruktur dengan variabel waktu *as quench* mulai dari 0 jam sampai 120 jam dan dilakukan pengujian setiap 24 jam sehingga total 6 sampel.

Sampel lain setelah *quenching* dilakukan proses T6 (*artificial ageing*) dimasukkan kembali didalam oven dengan temperatur proses  $230 \pm 5^{\circ}\text{C}$  selama  $5\text{ jam} \pm 5$  menit dan inilah yang menjadi sampel T6 yang akan dilakukan uji keras, aus, dan foto mikrostruktur.

Ketiga jenis sampel (*as cast*, T4, dan T6) setelah didapat data keras, aus, dan foto mikrostruktur akhirnya dilakukan analisa dan pembahasan dan terakhir dibuat kesimpulan.

## **3.2 ALAT DAN BAHAN**

### **3.2.1 Alat**

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

1. Dapur induksi pengecoran berkapasitas 300 kg
2. Alat GBF (Gas Bubbling Flootation)
3. Laddle tuang 2 kg
4. Cetakan piston
5. Oven untuk proses heat treatment
6. Mesin potong dengan coolant

7. Mesin bubut untuk pengujian spektrometer
8. Alat uji kekerasan
9. Mikroskop optik
10. Measuring mikroskop
11. Alat uji keausan
12. Mesin mounting
13. Mesin amplas
14. Mesin poles

### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

1. Material AC8H
2. Kertas amplas, kain poles, dan alumina
3. Phenolic hot mounting resin (Thermoset)
4. Zat Etsa HF (Hidrogen Fluorida) 0,5 % volume

## 3.3 PROSEDUR PENELITIAN

### 3.3.1 Proses Pengecoran

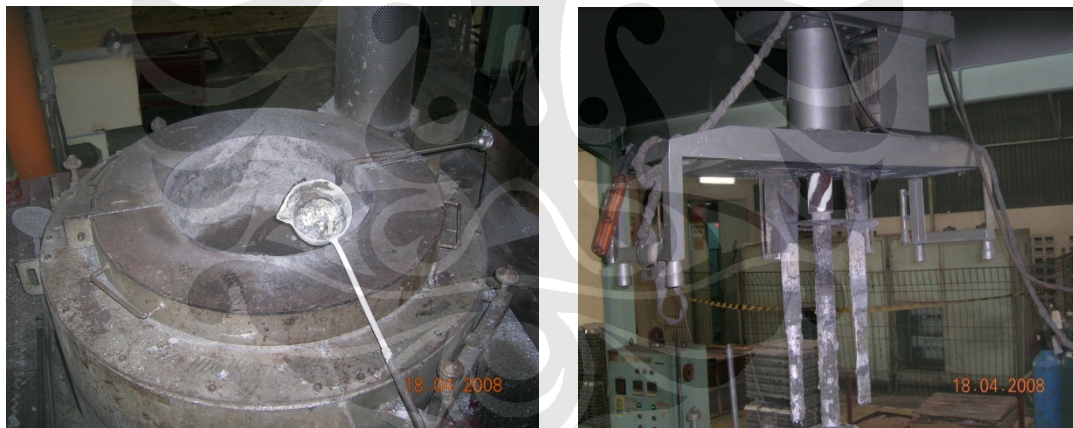
Proses pengecoran piston dengan material AC8H seperti terlihat pada gambar 3.1 dilakukan di perusahaan manufaktur kendaraan bermotor di PT. X kawasan industri Cikarang. Metode pengeoran yang dilakukan dengan prinsip gravitasi (*Gravity Casting*). Proses pengecoran piston ini sesuai dengan standard yang biasa dilakukan di PT. X tersebut, jadi peneliti mengambil piston hasil produksi dari PT. X.



**Gambar 3.1.** Ingot AC8H

Tahapan yang dilakukan PT. X dalam pembuatan piston adalah pertama-tama ingot AC8A dilebur dalam holding furnace dengan kapasitas aluminium 300 kg sampai pada temperatur 720° C dan ditahan, setelah ingot aluminium meleleh seluruhnya maka dilakukan proses GBF (Gas Bubbling Flootation) yaitu pemberian gas argon sambil diaduk dengan kecepatan pengadukan 350-450 rpm selama 6-9 menit seperti pada gambar 3.2 yang bertujuan untuk mengangkat kotoran secara merata dengan cara kotoran akan menempel pada gelembung gas argon tersebut dan akan mengapung ke atas permukaan lelehan aluminium sebagai dross (pengotor). Dross yang dihasilkan oleh proses GBF akan diangkat dan dipisahkan dari molten AC8H

Setelah bersih dari pengotor molten AC8H selanjutnya akan diuji komposisi kimianya dengan cara dilakukan cek spektrometer pada molten AC8H tersebut. Molten AC8A dituang pada cetakan uji spektrometer, lalu hasil casting-nya akan dibubut agar permukannya rata seperti gambar 3.3 untuk dilakukan penembakan spektrometer menggunakan gas argon.



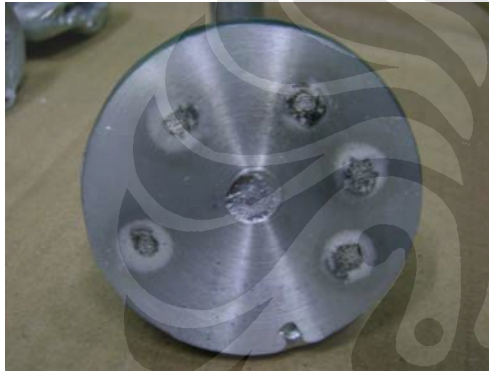
(a)

(b)

**Gambar 3.2.** (a) Holding furnace, (b) Mesin GBF



(a)



(b)



(c)

**Gambar 3.3.** (a) Cetakan spektrometer, (b) Hasil uji spektrometer setelah penembakan, (c) Mesin bubut

Hasil komposisi kimia molten AC8H jika NG (Not Good) yang artinya molten tidak sesuai atau tidak masuk dalam range komposisi kimia yang telah ditentukan, maka proses pengecoran tidak dilakukan dan proses diulang pada kembali dimulai dengan proses peleburan kembali. Jika hasil spektrometer dinyatakan OK yang artinya molten sesuai atau masuk dalam range komposisi kimia yang telah ditentukan maka proses pengecoran piston dilaksanakan. Pengujian spektrometer (gambar 3.4) ini bertujuan untuk menjaga komposisi kimia agar produk yang dihasilkan tetap memiliki komposisi yang ditentukan dan didapatkan piston yang baik.



(a)



(b)

**Gambar 3.4.** (a)Mesin spektrometer, (b) Komputer penunjang mesin spektrometer

Selanjutnya piston dicor atau dituang ke dalam cetakan yang telah dicoating dengan temperatur tuang  $720^{\circ} C$  dengan *solidification time* (waktu pembekuan) selama 1 – 1,2 menit. Sekali tuang piston yang dihasilkan adalah 1 *pair piston* (sepasang piston).

Piston selanjutnya dilakukan proses pemotongan, proses pemotongan ini bertujuan untuk memisahkan piston dari *gating system*-nya sampai dihasilkan 1 piece piston seperti pada gambar 3.5.



(a)



(b)



(c)

., (b) Mesin potong piston, (c) Piece piston

### 3.3.2 Proses Heat Treatment

Proses heat treatment pada piston juga mengikuti alur dan standard yang telah dilakukan PT. X tersebut, sehingga peneliti mengambil piston hasil heat treatment pada PT. X. Tahapan pertama adalah piston satuan hasil potongan dikumpulkan dan ditaruh

dalam basket besar dengan kapasitas  $\pm 1000$  piece dan ditumpuk hingga 3 basket sekali proses, jadi sekitar 3000 piece piston

Sesuai dengan OS (Operating Standard) pada PT. X piston pertama-tama dilakukan proses *Solution Treatment* didalam oven dengan temperatur proses  $505 \pm 5^\circ \text{C}$  selama 2 jam  $\pm 5$  menit. Setelah dilakukan proses *Solution Treatment* piston langsung dilakukan proses *quenching* air (pendinginan cepat) selama  $3 \pm 1$  menit dan temperatur air  $71 \pm 5^\circ \text{C}$ . Sampai proses *quenching* selesai, peneliti mengambil 6 piston yang akan diuji kekerasan, foto mikrostruktur, dan keausan.

Ke-6 piston didiamkan di udara bebas dengan suhu sekitar  $25^\circ \text{C}$  dengan tiap 24 jam mulai dari 0 jam diuji kekerasan, foto mikrostruktur, dan keausan sampai setelah 120 jam. 0 jam adalah saat proses *quenching* selesai, jadi setelah proses *quenching* piston dipreparasi untuk ketiga pengujian diatas dan dilakukan pengujian kekerasan, foto mikrostruktur, dan keausan sebagai hari pertama. Proses ini disebut *natural ageing* (T4) dan diuji dari 0 jam setelah *quenching* sampai 120 jam.

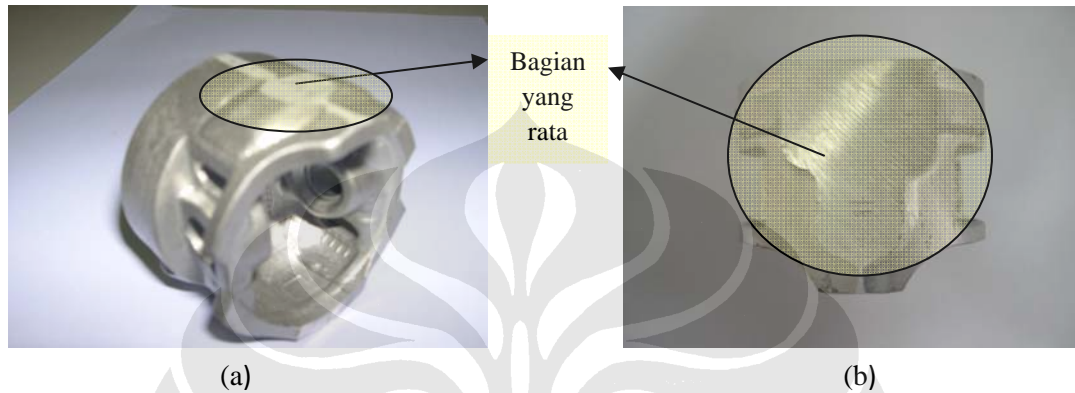
Sedangkan menurut OS (Operating Standard) PT. X, proses heat treatment pada piston selesai *quenching*, dilanjutkan dengan proses *artificial ageing* (T6) dengan dimasukkan kembali didalam oven dengan temperatur proses  $230 \pm 5^\circ \text{C}$  selama 5 jam  $\pm 5$  menit. Jadi disinilah letak perbedaan proses heat treatment yang dilakukan PT. X dengan percobaan yang dilakukan oleh peneliti. Setelah dilakukan *artificial ageing* (T6) piston siap dilakukan machining untuk dijadikan part piston yang siap diassembling.

### **3.3.2 Preparasi sampel**

Proses preparasi sampel piston as cast, *artificial ageing* (T6) ,dan *natural ageing* (T4) selama 6 hari dilakukan dengan cara dan metode yang sama. Proses preparasi sampel dilakukan untuk 3 sampel, yaitu preparasi untuk sampel uji kekerasan, preparasi untuk sample foto mikrostruktur, dan preprasai sampel untuk uji keausan. Untuk mendapatkan ketiga sampel dari ketiga pengujian diatas, hanya dibutuhkan satu piston jadi untuk mendapatkan ketiga sampel untuk ketiga pengujian diatas didapat dari piston yang sama.

### 3.3.2.1 Preprasi Sampel Uji Kekerasan

Untuk preparasi sampel uji kekerasan, piston as cast, artificial ageing (T6), dan *natural ageing* (T4) hanya dilakukan proses gerinda untuk meratakan kedua sisi dari piston, sehingga siap dilakukan penjejakan oleh mesin uji kekerasan. Piston yang telah diratakan kedua sisi atas dan bawah ditunjukkan pada gambar 3.6. Sampel siap dilakukan uji kekerasan dengan mesin uji keras.



**Gambar 3.6.** Piston yang telah diratakan untuk diuji kekerasan

### 3.3.2.2 Preprasi Sampel Foto Mikrostruktur

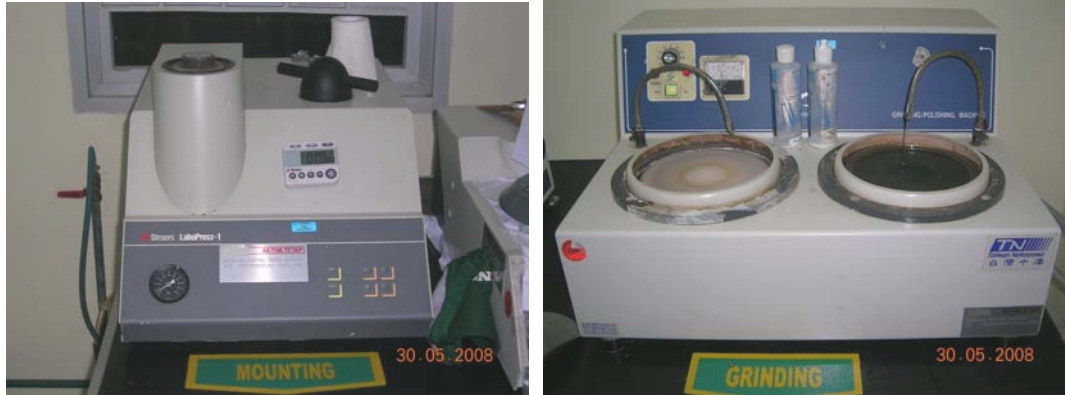
Untuk preparasi sampel foto mikrostruktur, piston as cast, artificial ageing (T6), dan piston hasil *natural ageing* (T4) dipotong dengan menggunakan mesin potong dingin dengan coolant (agar panas yang diakibatkan proses pemotongan tidak merubah struktur mikro dari sampel) pada bagian yang ditunjuk pada gambar 3.7(a), sehingga didapatkan part kecil seperti pada gambar 3.7 (c).

Selanjutnya part kecil hasil potongan akan dimounting dengan menggunakan mesin hot press mounting untuk mempermudah dilakukan pengamplasan, dan resin yang digunakan adalah *phenolic hot mounting*. Setelah dimounting, sampel dilakukan proses pengamplasan dengan menggunakan mesin amplas dengan kertas amplas cukup dimulai dari grit # 800, dilanjutkan grit #1200, #2500, dan terakhir # 4000. Sampel diamplas mulai dari grit # 800 karena sampel hasil potongan mesin potong sudah cukup halus.





**Gambar 3.7.** (a) Mesin potong dengan coolant, (b) Sumbu potong piston, (c) Hasil potongan sampel, (d) Sampel foto mikrostruktur



(a)

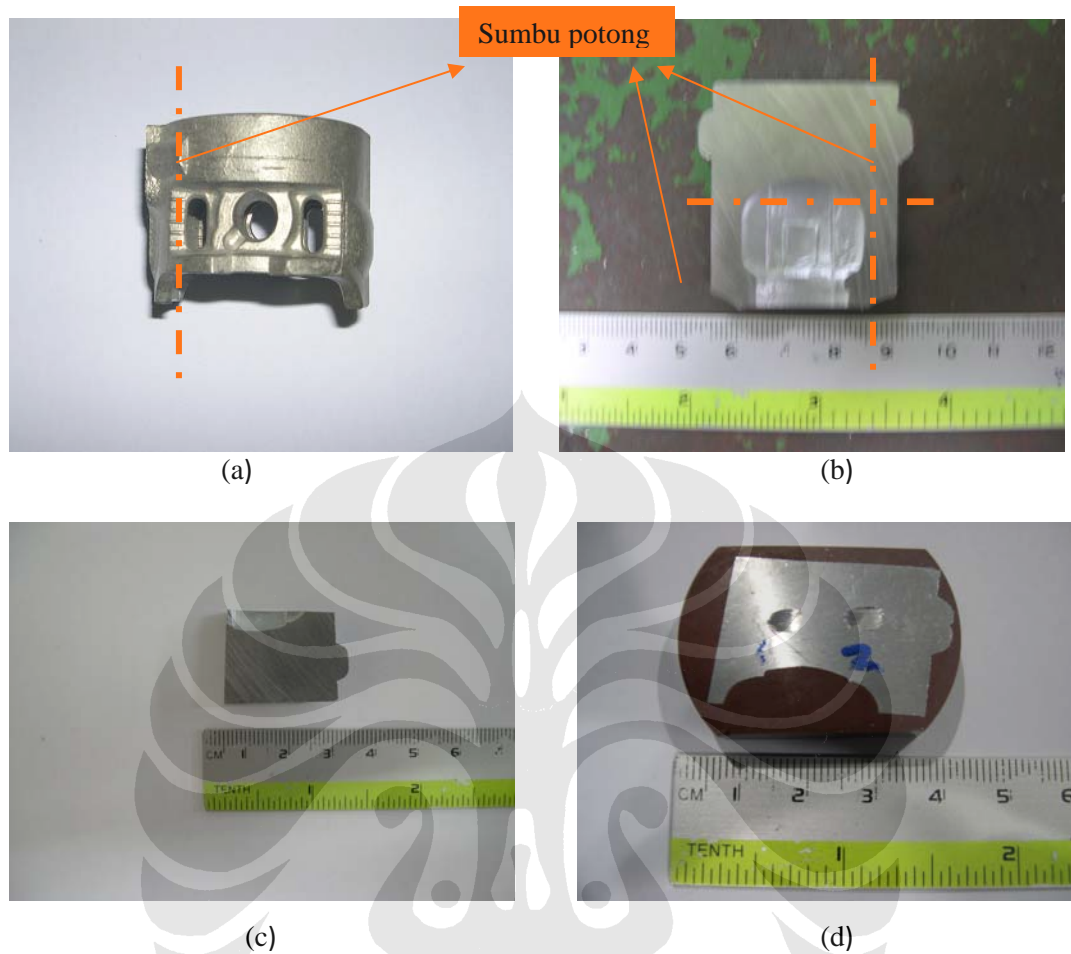
(b)

**Gambar 3.8.** (a) Mesin mounting, (b) Mesin amplas dan poles

Selanjutnya sampel dipoles dengan mesin poles seperti pada gambar 3.8 dengan menggunakan alumina sampai didapatkan permukaan sampel yang halus tanpa goresan, lalu sampel dietsa dengan etsa khusus aluminium dengan larutan HF (Asam Fluorida) 0,5 % volume selama 15 detik langsung disiram air untuk menghentikan proses etsa dan dikeringkan dengan hair dryer selama 10 menit. Sampel siap untuk dilakukan foto mikro menggunakan mikroskop optik.

### 3.3.2.3 Preparasi Sampel Uji Keausan

Untuk preparasi sampel uji keausan, piston as cast, artificial ageing (T6), dan piston hasil *natural ageing* (T4) dipotong dengan menggunakan mesin potong dingin dengan coolant (agar panas yang diakibatkan proses pemotongan tidak merubah struktur mikro dari sampel) pada bagian yang ditunjuk pada gambar 3.9 (a) dan (b), sehingga didapatkan part seperti pada gambar 3.9 (c).



**Gambar 3.9.** Proses pemotongan piston menjadi sampel uji keausan.

Selanjutnya part hasil potongan akan dimounting dengan menggunakan mesin hot press mounting untuk mempermudah dilakukan pengamplasan, dan resin yang digunakan adalah *phenolic hot mounting*. Setelah dimounting, sampel dilakukan proses pengamplasan dengan menggunakan mesin amplas dengan kertas amplas grit # 800. Proses pengamplasan untuk sampel wear cukup dilakukan pada grit # 800 karena uji wear tidak membutuhkan sampel yang sangat halus seperti sampel uji fotomikrostruktur. Pengamplasan juga bertujuan untuk membersihkan resin yang menempel pada sampel akibat proses mounting, selanjutnya sampel siap untuk diuji keausan.

### 3.3.3 Pengujian yang dilakukan

#### 3.3.3.1 Uji Kekerasan

Sampel yang telah selesai dipreparasi untuk uji kekerasan diuji kekerasan dengan alat uji kekerasan digital seperti pada gambar 3.10. Pengujian kekerasan dilakukan penjejakan sebanyak 5 kali pada titik-titik seperti pada 3.11 dengan beban yang digunakan adalah 100 kg. Alat uji kekerasan tersebut menggunakan indenter *1/16 inch ball steel* dan secara digital atau otomatis menampakkan nilai kekerasan sampel yang dijejak dalam HRB (Hardness Rockwell B) Pengujian kekerasan ini sesuai dengan SOP pengujian kekerasan untuk piston pada PT. X tersebut.



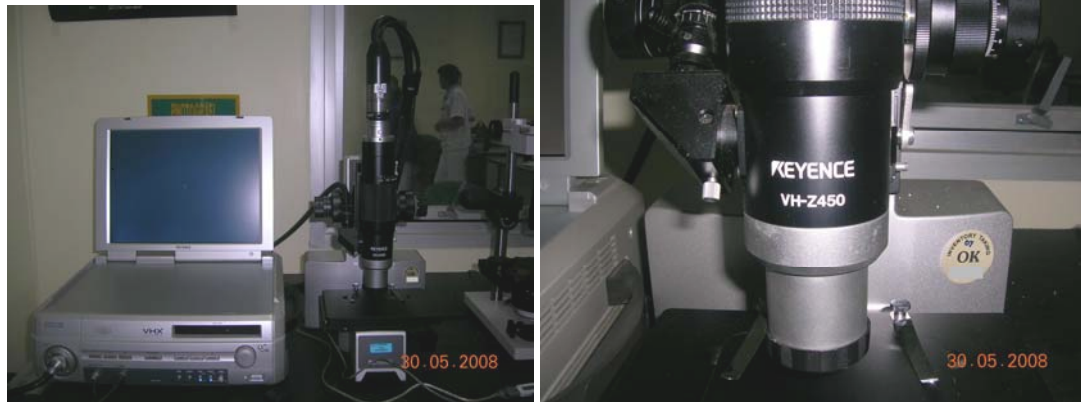
Gambar 3.10. Mesin uji kekerasan



Gambar 3.11. Penjejakan uji keras

#### 3.3.3.2 Pengambilan Foto Mikrostruktur

Sampel yang telah dietsa dengan larutan HF 0,5 % volume dan dikeringkan siap difoto mikrostrukturnya. Tiap sampel difoto dua kali, yang pertama pada perbesaran 450 X dan yang kedua pada perbesaran 1000 X. Pengambilan gambar dilakukan oleh mikroskop optik pada PT. X seperti pada gambar 3.12



(a)

(b)

**Gambar 3.12.** (a) Mikroskop optik, (b) Lensa mikroskop optik

### 3.3.3.3 Uji Keausan

Pengujian keausan dilakukan pada mesin ogoshi, dimana benda uji memperoleh beban gesek dari cincin yang berputar (revolving disc) yang terbuat dari tool steel sesuai dengan parameter tertentu (kecepatan, jarak luncur), pembebanan gesek ini akan menghasilkan kontak antar permukaan yang berulang-ulang yang pada akhirnya akan mengambil sebagian material pada permukaan benda uji.

Prinsip dari mesin ini adalah mengabrasi sampel dengan tool steel dengan variabel beban dan jarak luncur yang disetting atau diatur. Sampel yang telah diabrasi akan dilakukan perhitungan lebar celah yang terabrasi dengan menggunakan measuring mikroskop seperti pada gambar 3.14. Hasil dari uji keausan ini adalah kita mendapatkan laju keausan sesuai dengan persamaan berikut:

$$W = \frac{B * b^3}{12 * r} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$LajuAus = \frac{W}{x} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

B (Tebal cincin putar) = 3 mm

b (Lebar celah terabrasi) = menjadi variabel yang berbeda tiap sampel

r (Jari-jari cincin putar) = 15 mm

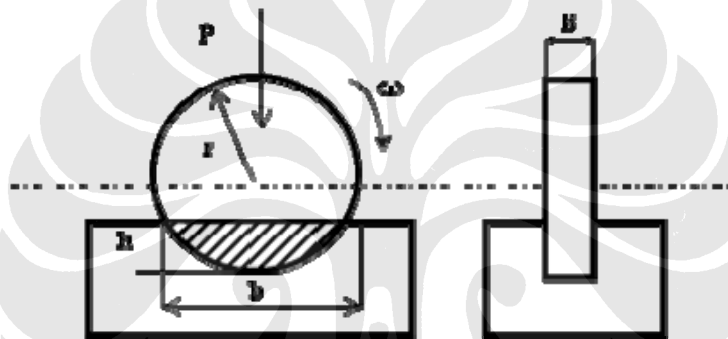
W (Volume terabrasi) = menjadi variabel yang berbeda tiap sampel

X (Jarak luncur) = 200 m

Variabel konstan lainnya:

V (Kecepatan putar cincin) = 3.28 m/dtk

P (Beban) = 3.16 kg



Gambar 3.13 Skema Pengujian Keausan

Gambar diatas merupakan skema dari prinsip pengujian keausan mesin ogoshi. Hasil laju keausan yang didapat memiliki satuan  $\text{mm}^3/\text{m}$  dan berbanding terbalik dengan ketahanan aus.



(a)



(b)

**Gambar 3.14.** (a)Mesin uji aus ogoshi, (b) *Measuring* mikroskop