

# ANALISIS KARAKTERISTIK RING PISTON ORIGINAL DAN RING PISTON LOKAL PADA MOBIL DAIHATSU S-38

SONY SUKMARA  
UNIVERSITAS MATHLA'UL ANWAR BANTEN

## ABSTRAK

*Ring piston adalah komponen yang sangat penting yang merupakan bagian dari suatu sistem motor bakar torak. Ring piston selain berguna untuk merapatkan kedudukan piston dengan dinding silinder sehingga proses kompresi dapat berlangsung dengan baik, juga untuk mencegah terjadinya kebocoran-kebocoran kompresi. Ring piston harus terbuat dari material yang sesuai dan mempunyai sifat-sifat yang memenuhi kriteria diantaranya harus mempunyai daya pegas, tahan panas, tahan aus dan tidak mudah terdeformasi.*

*Dalam penelitian ini dibandingkan dua buah ring piston, yaitu ring piston original dan ring piston lokal yang digunakan pada mobil Daihatsu S-38. Dengan diadakannya penelitian ini dapat diketahui perbedaan dari kedua ring piston tersebut. Diantaranya nilai komposisi kimia original memiliki kadar karbon 3.64% sedangkan lokal memiliki kadar karbon 3.27%, nilai kekerasan original 182.44 HB sedangkan lokal 125.7 HB, adapun untuk kekuatan pegas original 0.219 Kg/mm sedangkan lokal 0.218 Kg/mm, sehingga pada umumnya ring piston original mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan ring piston lokal.*

*Dilihat dari fungsi utama ring piston sebagai penyekat agar kompresi tidak bocor, maka di butuhkan daya regang atau kekuatan pegas yang tinggi tapi tidak getas sehingga tidak mudah patah.*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang Masalah

Ring piston adalah salah satu komponen yang sangat penting, yang digunakan pada motor bakar torak. Dalam proses kerja motor bakar torak, ring piston berguna untuk mencegah kebocoran-kebocoran kompresi, bahan bakar dan minyak pelumas sehingga proses kompresi berlangsung dengan baik dan gerakan piston dalam silinder dapat sempurna.

Salah satunya adalah ring piston yang digunakan pada mobil Daihatsu S-38. Daihatsu S-38 menggunakan sistem motor bakar torak 2 langkah. di mana hanya menggunakan ring kompresi saja tanpa menggunakan ring oli. Dalam hal ini terdapat 2 jenis ring piston Daihatsu S-38 yaitu ring piston buatan import (original) dan ring piston buatan dalam negeri (lokal).

Ring piston harus terbuat dari material yang benar-benar memenuhi kriteria dilihat dari sifat-sifat mekanisnya dan ketahanan pakainya. Sifat mekanis ditentukan dari jenis material yang digunakan dan proses pembuatan material tersebut, sehingga sifat-sifat mekanik yang diinginkan dapat dicapai agar ring piston tersebut dapat berfungsi dengan baik.

### Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini dilakukan analisis sebagai berikut:

1. Penelitian terhadap struktur mikro  
Yaitu penelitian mengenai struktur mikro material ring piston dengan cara penghapusan permukaan benda uji, pengetesan dan kemudian dilihat struktur mikronya dengan bantuan mikroskop, kemudian dilakukan pemotretan.
2. Analisis komposisi kimia  
Adalah menganalisis mengenai kandungan unsur-unsur yang terdapat pada material ring piston.
3. Pengujian kekerasan  
Untuk mengetahui harga kekerasan material ring piston yaitu dengan melakukan penekanan terhadap specimen dengan menggunakan indenter.

### Tujuan

1. Untuk mengetahui struktur mikro material ring piston dengan cara penghapusan permukaan.
2. Untuk menganalisis mengenai kandungan unsur-unsur yang terdapat pada material ring piston.
3. Untuk mengetahui harga kekerasan material ring piston yaitu dengan melakukan penekanan terhadap

specimen dengan menggunakan indenter.

**Batasan Masalah**

Pada penelitian ini dilakukan berbagai pengerjaan, pengujian, dan penelitian sebatas pada:

1. Pemeriksaan metalografi pada specimen dan kemudian dilakukan pemotretan struktur mikro.
2. Analisis komposisi kimia dengan menggunakan analisa struktur basa.
3. Pengujian kekerasan dengan metode kekerasan Brinnell dan kekerasan Vikers

Tabel 1 Contoh komposisi kimia tipikal dan sifat-sifat mekanik besi cor

Jenis	Komposisi Kimia				Kekerasan Brinell	Kekuatan Tarik (kg/mm <sup>2</sup> )
	Karbon Total	Si	P	Lainnya		
Besi cor kelabu :						
AISI kelas 20	3.1-3.8	2.2-2.4	0.20-1.40		130-180	12.7-18.3
AISI kelas 40	2.75-3.0	1.5-1.9	0.07-0.15	0.80-0.13 S	180-217	28.8-31.6
AISI kelas 60	2.5-2.8	1.2-1.5	0.07-0.15	0.5-0.7 Mn	212-248	42.2-45.0
Besi cor kekuatan tinggi “(AF Meechart)	2.9-3.3	1.1-1.7	<0.12	0.8-1.0 Ma	≤217	≤35.0
Besi cor maleabel inti kelabu (Perlit)	2.30	0.9-1.2	0.1	0.2-0.35Mn	114-140 201-269	≥35.0 ≥60.0
Besi cor nodular 1 “4	3.4-4.1	2.1-2.7	-	0.04≤Mg	120-190 230-235	≥40.0 ≥70.0

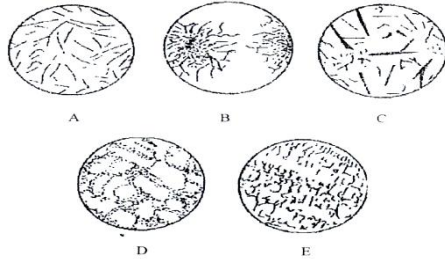
**LANDASAN TEORI**

**Besi Cor**

Besi cor adalah logam paduan antara besi dan karbon, di mana kadar karbonnya 2.1% sampai dengan 6.67%. Besi cor mempunyai sifat mekanik yang berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh unsur paduan yang terdapat didalamnya seperti karbon, silikon, mangan, fosfor, dan belerang. Tabel 1 memberikan ikhtisar sifat-sifat mekanis dari besi cor.

**Struktur besi cor**

Gambar 2 menunjukkan distribusi dari serpih grafit dalam besi cor menurut klasifikasi American Castings Association.



Gambar 2 Penyebaran grafit serpih (AFS, ASTM, A247 (1941))

**Besi cor kelabu**

Besi cor kelabu merupakan paduan dari unsur-unsur besi, karbon dan silikon yang mengandung karbon tak berikatan dalam bentuk grafit. Komposisinya adalah sebagai berikut :

Unsur	Kadar (% berat)
Karbon (C)	3.00-3.50
Silikon (Si)	1.00-2.75
Mangan (Mn)	0.40- 1.00
Fosfor (P)	1.15 -1.00
Belerang (S)	0.02-0.15
Besi (Fe)	Sisanya

**Definisi Kekerasan Material**

Kekerasan material adalah ketahanan material terhadap deformasi plastis karena pembebanan setempat, pada permukaan berupa goresan atau penekanan. Semakin tinggi harga kekerasannya maka material tersebut semakin sukar untuk dideformasi plastis.

$$H_B = \frac{P}{A} (kg/mm^2)$$

$$H_B = \frac{P}{\left(\pi \frac{D}{2}\right) \left(D\sqrt{D^2 - d^2}\right)}$$

$$= \frac{D}{\pi D t}$$

Dimana : P = beban penekanan (kg)

D = diameter bola baja (mm)

d = diameter bekas penekanan (mm)

- Cara Vickers, yaitu dengan mempergunakan piramida intan sebagai pengganti bola baja, dengan demikian logam-logam keras dapat diuji dengan tidak ada penyimpangan seperti pada cara Brinell. Sudut bidang dua piramida intan itu dibuat 136°, sehingga luas bidang piramida pada bekas penekanan ialah:

$$A = \frac{d^2}{2 \sin 68^\circ} (mm^2)$$

Dengan demikian kekerasan logam menurut Vickers adalah :

Dimana :

P = beban penekanan (kg)

d = panjang diagonal bekas penekanan (mm)

- Cara Rockwell, yaitu dengan memakai kerucut intan dan bola-bola baja dengan diameter 1/16, 1/8, 1/4, dan 1/2 inci. Prinsip penekanan berdasarkan pada kedalaman bekas penekanan indenter pada beban tertentu.

**Hubungan Empiris antara Kekerasan Besi Cor Kelabu dengan Kekuatannya**

Kekuatan besi cor kelabu dapat diketahui dari hubungan empiris antara kekerasan dengan kekuatannya yang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$\sigma_U = 0.0013 H_B^{1.85} (Kg/mm^2)$$

**Proses Pembuatan Ring Piston**

Material mentah atau bahan dasar yang digunakan untuk produksi ring piston :

1. Total Karbon 3.40-4.00%
2. Silikon 1.81-2.20%
3. Mangan 0.30-0.90%
4. Fosfor 0.07-0.10%
5. Belerang 0.05%

(Sumber : PT Bani Nusa Bandung)

Dari bahan dasar tersebut, ring piston dibuat dengan cara pengecoran yang selanjutnya dilakukan proses pemesinan dan proses pelapisan.

**Proses Pengecoran Ring Piston**

Ring piston dibuat dari bahan besi cor kelabu dengan proses pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir. Pengecoran dilakukan dengan metoda pengecoran bertingkat, dimana dalam sekali pengecoran dihasilkan beberapa buah ring piston dalam satu buah cetakan.

**Proses Pemesinan**

Setelah dilakukan proses pengecoran dan terbentuk benda awal ring piston maka dilakukan proses pemesinan untuk mendapatkan bentuk yang sesuai dan segi geometrisnya.

**Proses Pelapisan**

Proses pelapisan merupakan proses yang digunakan untuk menghasilkan produk-produk yang memerlukan sifat-sifat teknis tertentu dan sekaligus memberikan daya tank atau nilai tambah dekoratif bagi produk tersebut.

Tujuan proses pelapisan secara umum adalah sebagai berikut:

- a. Perlindungan terhadap korosi logam induk
- b. Menaikkan ketahanan aus
- c. Menurunkan koefisien gesek
- d. Menaikkan konduktifitas panas dan listrik
- e. Memberikan efek dekoratif

**METODOLOGI PENELITIAN**

Urutan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini

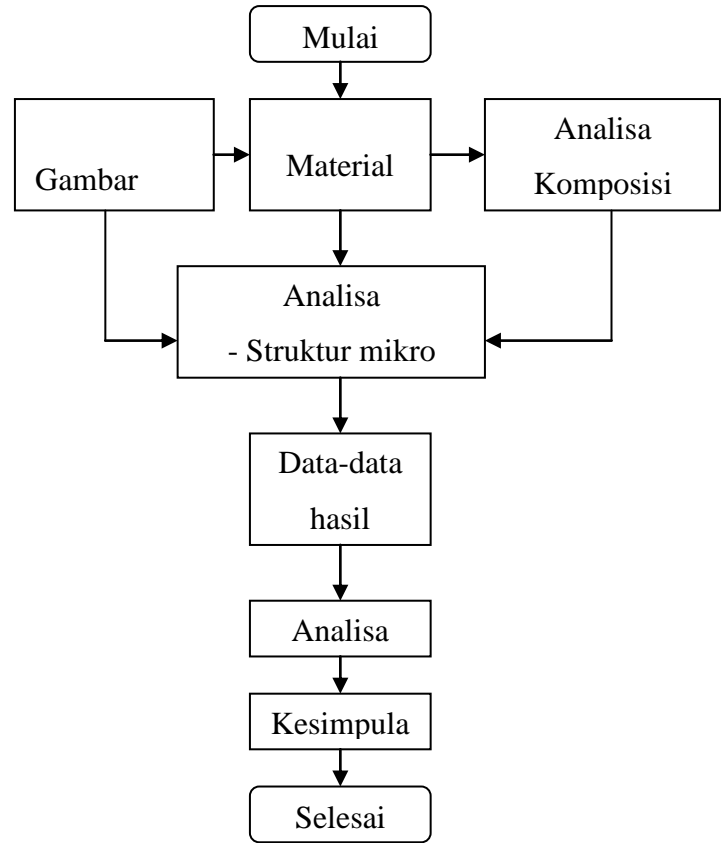


Diagram Alir Pengujian Metalografi

**DATA-DATA PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**Data Hasil Analisa Komposisi Kimia**

Dari hasil uji analisa basa diperoleh komposisi kimia masing-masing material sebagai berikut:

Tabel 2 Data hasil analisa komposisi kimia

No	Unsur Ring	Ring Piston Original (%)	Ring Piston Lokal (%)
1	Karbon	3.64	3.27
2	Silikon	2.566	2.291
3	Mangan	0.406	0.216
4	Fosphor	0.33	0.35
5	Sulfur	0.026	0.021
6	Molibden	-	-
7	Nikel	0.012	0.011
8	Besi	93.02	93.841

### Uji Kekerasan

Uji kekerasan dilakukan dengan uji kekerasan Brinell dengan beban penekanan 300 kg dan diameter inventar 2.5 mm sebanyak 4 kali pada masing-masing spesimen ring piston. Data hasil pengujian didapat sebagai berikut:

Tabel 3 Data hasil uji kekerasan Brinell

Titik	Ring Piston Original (A) Kekerasan Brinell (kg/mm <sup>2</sup> )	Ring Piston Lokal (B) Kekerasan Brinell (kg/mm <sup>2</sup> )
1	234	198
2	238	203
3	241	206
4	221	201
AV	233.5	202

Ring piston original lebih keras di bandingkan ring piston lokal. Dari hasil uji kekerasan dapat kita lihat hasil uji tarik sebagai berikut.

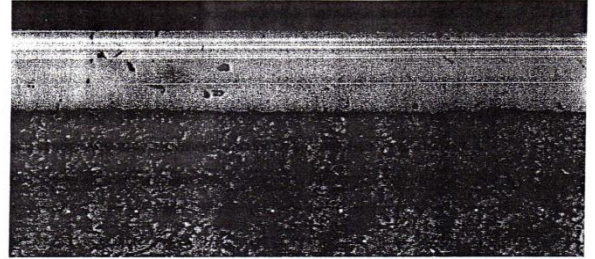
Tabel 4 Harga-harga kekuatan tank ring piston berdasarkan uji kekerasan konversi ASTM48

Titik	Ring Piston Original (A) (PSI)	Ring Piston Lokal (B) (PSI)
1	42,239	30,444
2	43,611	32,000
3	44,722	33,500
4	38,848	31,000
AV	42,109	31,500

Dari hasil tersebut di atas maka kita klasifikasikan ring piston sesuai ASTM A48, yakni ring piston original masuk klasifikasi ASTM CLASS 35-40, sementara ring piston lokal masuk klasifikasi ASTM CLASS 30-35.

### Data Basil Metalografi

Foto Struktur mikri masing-masing piston dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 5 Struktur mikro material ring piston original (A) dengan memperlihatkan lapisan. Pembesaran 197x (diesta)

Tabel 5 Data Hasil Uji Spring Test Ring Piston T1

No. Uji	Ring Piston Original (A) Spring Test (kg/mm)	Ring Piston Lokal (B) Spring Test (kg/mm)
1	0.214	0.214
2	0.218	0.216
3	0.217	0.215
4	0.214	0.216
5	0.216	0.215
Rata-rata	0.216	0.215

Tabel 6 Data Hasil Uji Spring Test Ring Piston T2

No. Uji	Ring Piston Original (A) Spring Test (kg/mm)	Ring Piston Lokal (B) Spring Test (kg/mm)
1	0.220	0.218
2	0.221	0.218
3	0.217	0.219
4	0.220	0.216
5	0.216	0.221
Rata-rata	0.219	0.218

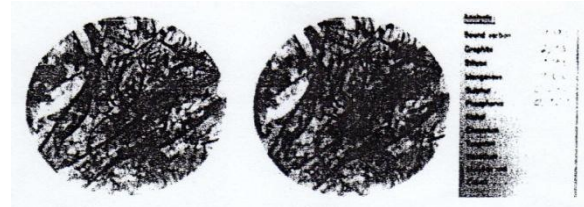
**Analisa Hasil Uji Kekerasan**

Dari data hasil pengujian kekerasan dapat dilihat dan dibandingkan antara spesimen A yaitu ring piston original dan spesimen B yaitu ring piston lokal, harga kekerasan hasil uji kekerasan Brinell pada ring piston original lebih besar dari pada ring piston lokal. Maka dengan mengambil harga rata-ratanya dapat dikatakan bahwa ring piston original lebih keras dari pada ring piston lokal. Jika dilihat dari komposisi kimia masing-masing spesimen maka dapat kita lihat bahwa kadar karbon ring piston original lebih besar dari pada ring piston lokal yang menyebabkan spesimen A lebih keras. Jadi karbon mempengaruhi terhadap kekerasan material ring piston dalam hal ini yaitu besi cor kelabu. Semakin besar kadar karbon maka semakin keras material tersebut. Selain dari komposisi kimia, kekerasan besi cor kelabu pada material ring piston dipengaruhi juga oleh fasa dan matrik serta bentuk, ukuran dan jumlah grafit. Hal ini dapat dilihat pada analisa metalografi.

Dari hasil uji kekerasan kita dapat mengetahui kekuatan tariknya dengan mengkonversi standar yang sudah ada. Diantaranya standar ASTM A48. Dari standar tersebut bahwa ring piston original masuk klasifikasi ASTM CLASS 35-40, sedangkan ring piston lokal masuk klasifikasi ASTM CLASS 30-35.

**Analisa Struktur Mikro**

Dari hasil pemotretan spesimen ring piston original dan lokal dapat dilihat bahwa kedua ring piston terbuat dari *besi cor kelabu*, hal ini dapat diketahui dengan terlihatnya banyak grafit yang menyebar berbentuk flake yang biasa terdapat pada besi cor kelabu dan patahan yang berwarna kelabu.



Gambar 6 Standard Metalography Cast Iron 200X

Pada ring piston original penyebaran grafitnya lebih merata dibandingkan dengan ring piston lokal yang grafitnya berkelompok. Penyebaran grafit yang merata menyebabkan tingkat kekerasan lebih tinggi dari pada penyebaran grafit yang berkelompok.

Ring piston original mempunyai matriks perlit dan ring piston lokal mempunyai matriks ferit perlit. Perlit mempunyai kekerasan yang lebih besar dari pada ferit, karena ring piston original yang bermatriks perlit lebih keras dari pada ring piston lokal yang bermatriks ferit perlit. Hal ini dibuktikan dengan uji kekerasan yang menunjukkan ring piston original mempunyai harga kekerasan yang lebih besar dari pada ring piston lokal.

**Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari analisa komposisi kimia dan analisa struktur mikro dapat diketahui bahwa material dari masing-masing ring piston baik original maupun lokal untuk mobil Daihatsu S-38 ini adalah besi cor kelabu.
2. Dari hasil analisa komposisi kimia diketahui bahwa ring piston original mempunyai kadar karbon 3.64% dan Silikon 2.566% membentuk besi cor hypereutektik, sedangkan ring piston lokal mempunyai kadar karbon 3.27% dan silikon 2.291 % membentuk besi cor hypoeutektik.
3. Dari hasil uji kekerasan, ring piston original yang bermatriks perlit lebih

keras dari pada ring piston yang bermatriks ferit perlit. Ring piston original mempunyai harga kekerasan rata-rata 182.44 HB ( $\text{kg/mm}^2$ ) dan ring piston lokal 125.7 HB ( $\text{kg/mm}^2$ ).

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] William F. Smith, Structure and Properties of Engineering Alloys, Second Edition, University of Central, Florida.
- [2] Dona; S. Clark, Ph.D and Wilbur R Varney, M.S, Metalurgy for Engineering, Second Edition.
- [3] Lawrence H. Van Vlack, Sriatie Djaprie, Emu dan Teknologi Bahan, Edisi ke-5
- [4] Departemen Pendidikan dan Kebudayaan 1979, Pengetahuan Logam 2.
- [5] Sidney H. Avner, Introduction To Physical Metallurgy, Second Edition, New York City Community College City university of New York.
- [6] Alphonse Schilling, Automobile Engine of Motor Oils and Engine Lubrication, Vol.11. 1. B.H. Amstead, Phillip F. Ostwald Myron L. Begeman, Sriatie Djaprie, Teknologi Mekanik Jilid I.
- [7] Tata Surdia, Shinroku Saito, Pengetahuan Bahan Teknik, PT. Pradnya Paramita 1985.
- [8] Sriatie Djaprie, George E. Dieter, Metalurgi Mekanik, Jilid I, Erlangga 1993.