

ANALISA PERBEDAAN SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA PISTON HASIL PROSES PENGECORAN DAN TEMPA

Ahmad Haryono^{1*}, Kurniawan Joko Nugroho^{2*}

¹ dan ² Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Pratama Mulia Surakarta
Jl. Haryo Panular No.18 A Surakarta 57149.

*Email: ahmadharyono@gmail.com, kurniawanjatayu@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti perbedaan sifat mekanik dan struktur mikro pada piston hasil dari proses pengecoran dengan tempa. Dimana proses pengecoran biasa dilakukan dengan pengecoran gravitasi, sentrifugal dan tekanan tinggi. Metode tempa (*forging*) pada pembuatan piston menghasilkan produk yang memiliki unjuk kerja atau ketahanan lebih baik dibandingkan piston konvensional yang dihasilkan melalui proses pengecoran. Dimensi piston yang dihasilkan dapat lebih terkontrol dan cacat produk dari hasil pengecoran dapat dihindari, ketahanan terhadap suhu tinggi menjadi lebih baik, sehingga secara keseluruhan unjuk kerjanya menjadi lebih tinggi bila dibandingkan dengan unjuk kerja piston hasil pengecoran. Bahan penelitian adalah piston original dari kedua proses baik proses pengecoran maupun proses tempa. Untuk uji komposisi kimia menggunakan spectrometer, sedangkan uji kekerasan menggunakan Brinell Tester, uji struktur mikro dengan alat mikroskop optik, sedangkan uji keausan menggunakan mesin Oghosi High Speed Universal Wear Testing Machine (Type-OAT-U). Hasil uji komposisi menunjukkan bahwa material piston proses pengecoran mempunyai paduan unsur utama 83,56 wt % Al, 12,6322 wt % Si, 1,3110 wt % Ni. Sedangkan untuk piston hasil proses tempa mempunyai unsur utama 82,97 wt % Al, 12,0385 wt % Si, 3,9462 wt % Cu dan unsur – unsur atom yang lain dengan total 100 wt %. Harga kekerasan untuk piston hasil proses pengecoran 123 – 140 BHN, sedangkan angka kekerasan tertinggi untuk piston hasil proses tempa adalah 146 BHN. Hasil uji keausan untuk piston cor, abrasi spesifik $4.71E-03$ mm²/kg sedangkan piston tempa $1.59E-03$ mm²/kg. Hasil struktur mikro piston hasil proses tempa lebih halus dan rapat terdapat partikel silicon eutektik sedangkan proses cor terdapat partikel silicon berbentuk jarum.

Kunci : Piston, Pengecoran, Tempa, Uji Kekerasan, Uji Keausan dan Struktur Mikro

1. PENDAHULUAN

Material piston umumnya terbuat dari bahan yang ringan dan tahan tekanan, walaupun pada kondisi tertentu digunakan bahan besi tuang dan keramik. Metode tempa (*forging*) dalam pembuatan piston akan menghasilkan produk yang memiliki unjuk kerja lebih baik dibandingkan piston yang dihasilkan melalui proses pengecoran (*die casting*). Penelitian ini bertujuan untuk meneliti perbedaan sifat mekanik dan struktur mikro pada piston hasil dari proses pengecoran dibandingkan dengan proses tempa.

Tujuan penelitian ini adalah untuk (1) mengetahui perbedaan angka kekerasan antara piston hasil pengecoran dengan piston hasil tempa, (2) Mengetahui perbedaan angka keausan antara piston hasil pengecoran dengan piston hasil tempa, dan untuk mengetahui perbedaan struktur mikro antara piston hasil pengecoran dengan piston hasil tempa.

2. METODOLOGI

2.1. Bahan Penelitian : (1) Bahan yang digunakan adalah piston asli pabrikan hasil pengecoran dan bahan yang digunakan adalah piston asli pabrikan hasil proses tempa. Peralatan yang digunakan (1) Spektrometer , tersedia di PT. KHS Yogyakarta merk Hilger, type E 2000/Fe.(2) *brinell Tester* di laboratorium bahan mekanik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta., mesin uji keausan menggunakan *Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine (Type OAT-U)*.

2.2. Tahapan Penelitian

Langkah Pembuatan Spesimen

- a. Bahan piston asli pabrikan hasil proses pengecoran dan proses tempa, dipotong-potong sebanyak 20 buah dengan ukuran 15 mm x 10 mm x 8mm.

- b. Membuat rumah cetakan dari bahan pipa PVC berdiameter 50 mm dengan tinggi 10 mm.
- c. Spesimen diletakkan di dalam rumah cetakan yang diletakkan diatas bidang datar, kemudian melakukan pencetakan menggunakan resin dan katalis dengan perbandingan 100 : 2, kemudian didinginkan di udara.
- d. Mengamplas permukaan spesimen menggunakan mesin poles dengan amplas nomor 100 sampai dengan nomor 2000 hingga rata dan halus. Setelah selesai dilanjutkan dengan *polishing* dengan autosol metal *polish* pada kain beludru.
- e. Spesimen yang telah dipoles permukaannya hingga mencapai tingkat kekasaran 0,02 - 0,06 μm , dicuci hingga bersih kemudian dikeringkan dengan kain.

Pengujian Awal Spesimen

Spesimen yang telah dipoles permukaannya hingga mencapai *tingkat kekasaran 0,04 μm* , selanjutnya dilakukan :

- a. Uji Komposisi Kimia.

Satu spesimen hasil proses pengecoran dan tempa di uji komposisi kimia di PT. KHS Yogyakarta, dengan menggunakan alat spektrometer, merk Hilger, type E 2000/Fe .

- b. Uji Kekerasan.

Metode uji kekerasan yang diajukan oleh *J.A. Brinell*, pada tahun 1900 merupakan uji kekerasan lekukan yang pertama kali banyak digunakan serta disusun pembakuannya (*Dieter*, 1987). Uji kekerasan ini berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam memakai bola baja yang dikeraskan yang ditekan dengan beban tertentu.

$$BHN = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

F = Beban yang diberikan (KP atau Kgf)

D = Diameter indetor yang digunakan

d = Diameter bekas lekukan

- c. Uji Keausan

Pengujian keausan yang dilakukan menggunakan metode *Oghosi* dengan prinsip piringan putar (*revolving disk*) sebagai media penggesek yang menggesek permukaan spesimen, gesekan tersebut akan menghasilkan jejak keausan pada bagian yang lebih lunak. Perhitungan keausan spesifik (*Ws*) material mengacu pada *instruction manual Oghosi High Speed Universal Wear Testing Machine* :

$$W_s = \frac{B.bo3}{8.r.Po.lo} \text{ (mm}^2\text{/kg)} \dots\dots\dots(2)$$

- d. Uji Struktur Mikro

Spesimen hasil pengecoran dan tempa diuji struktur mikronya mikroskop *optic* yang berada di Lab. Ilmu Bahan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Uji Komposisi Kimia

Hasil uji komposisi menunjukkan bahwa material piston hasil proses cor mempunyai paduan unsur utama 83,56 wt % Al, 12,6322 wt % Si, 1,3110 wt % Ni dan unsur – unsur atom yang lain dengan total 100 wt %. Sedangkan untuk piston hasil proses tempa mempunyai unsur utama 82,97 wt % Al, 12,0385 wt % Si, 3,9462 wt % Cu dan unsur – unsur atom yang lain dengan total 100 wt %.. Adapun hasil lengkap pengujian komposisi material piston hasil proses cor dan tempa disajikan pada Tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Uji Komposisi Kimia

Unsur	Material Piston		AA.4032
	(wt %)		
	Cor	Tempa	
Si	12,6322	12,0385	12,20
Fe	0,5618	0,3058	1,2
Cu	0,8800	3,9462	0,9
Mn	0,0276	0,0614	
Mg	0,9067	0,5063	1
Cr	0,0182	0,0107	
Ni	1,3110	0,0828	0,9
Zn	0,0584	0,0372	
Ti	0,0264	0,0159	
Ca	0,0000	0,0015	
P	0,0043	0,0074	
Pb	0,0054	0,0033	
Sb	0,0000	0,0000	
Sn	0,0041	0,0058	
Al	83,56	82,97	85

3.2. Uji Kekerasan

Untuk mengetahui dan mendapatkan harga kekerasan piston hasil cor dan tempa diambil 3 titik untuk masing-masing spesimen. Hasil dari pengujian kekerasan adalah berupa nilai kekerasan dari benda uji. Pengujian menggunakan *Brinell Tester*, dengan beban penjejakan 187,76 Kgf diameter penetrator 2,5 mm dan waktu penjejakan selama 15 detik. Hasil dari uji kekerasan ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Uji Kekerasan Proses Cor

Spesimen	No	Diameter Injakan	D (mm)	Harga Kekerasan (BHN)
Cor 1	1	24,5	1,39	134
	2	24,5	1,29	134
	3	24	1,26	140
Cor 2	1	25	1,32	128
	2	25	1,32	128
	3	25	1,32	128
Cor 3	1	24,5	1,29	134
	2	25	1,32	128
	3	25	1,32	128
Cor 4	1	25,5	1,34	123
	2	25,5	1,34	123
	3	25	1,32	128
Cor 5	1	25	1,32	128
	2	24,5	1,28	134
	3	25	1,32	128

Tabel 3. Hasil Uji Kekerasan Proses Tempa

Tempa 1	1	24	1,26	140
	2	24	1,26	140
	3	24	1,26	140
Tempa 2	1	23,5	1,24	146
	2	23,5	1,24	146
	3	24	1,26	140
Tempa 3	1	24	1,26	140
	2	24	1,26	140
	3	24	1,26	140
Tempa 4	1	24	1,26	140
	2	23,5	1,24	146
	3	24	1,26	140
Tempa 5	1	24	1,26	140
	2	24	1,26	140
	3	24	1,26	140

Dari hasil pengujian kekerasan, nilai tertinggi didapat pada material piston tempa 2 sebesar 146 BHN. Sedangkan nilai kekerasan terendah didapat pada material cor 3 sebesar 123 BHN.

3.3. Uji Keausan.

Pengujian keausan menggunakan mesin *Oghosi High Speed Universal Wear Testing Machine (Type OAT-U)*, dengan data sebagai berikut : P (beban) yang digunakan : 6,36 kg, tebal disk pengaus (B) : 3 mm, jari-jari disk pengaus (r) : 13,6 mm, kecepatan abrasi : 0,244 m/detik, waktu yang digunakan adalah 60 detik.

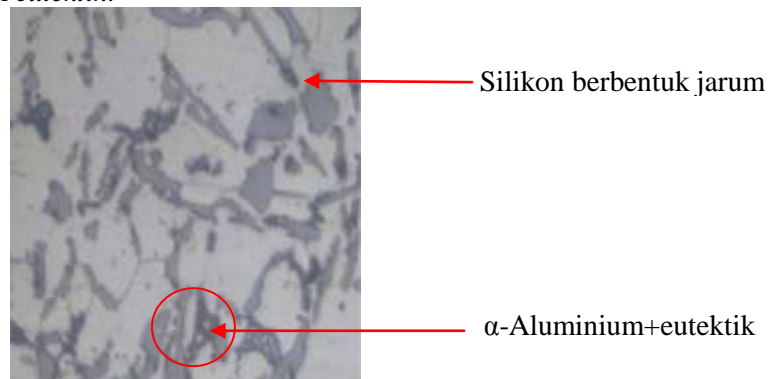
Tabel 4. Hasil Uji Keausan

Kode Sampel	Lebar Alur Abrasi (mm)			Bo	bo ³	Jarak Abrasi (m)	Abrasi Spesifik Ws (mm ² /kg)
	bo1	bo2	bo3	rata-rata	(mm) ³		
Cor 1	2.4	2.6	2.6	2.5	16.3	15	4.71E-03
Cor 2	1.9	2.3	2.2	2.1	9.7	15	2.80E-03
Cor 3	1.9	1.6	2.2	1.9	6.9	15	1.99E-03
Cor 4	1.7	2.1	2.1	1.96	7.6	15	2.20E-03
Cor 5	1.7	2.6	2.1	2.1	9.7	15	2.80E-03
Cor 6	1.8	1.7	1.8	1.8	5.5	15	1.59E-03
Tempa 1	2.4	2.2	2.3	2.3	12.2	15	3.53E-03
Tempa 2	2.3	2.1	2.2	2.2	10.6	15	3.06E-03
Tempa 3	1.8	2	2.4	2.1	8.8	15	2.54E-03
Tempa 4	1.9	1.8	1.8	1.8	6.2	15	1.79E-03
Tempa 5	1.7	1.8	1.8	1.8	5.5	15	1.59E-03
Tempa 6	1.8	1.8	1.8	1.8	5.8	15	1.68E-03

Hasil uji keausan untuk piston proses pengecoran abrasi spesifik 4.71E-03 mm²/kg sedangkan proses tempa sebesar 1.59E-03 mm²/kg

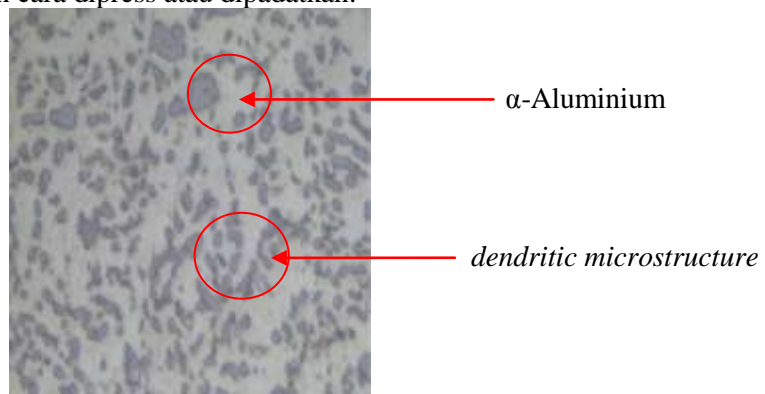
3.4. Hasil Uji Metalografi.

Struktur mikro piston hasil proses cor pada Gambar 1, terlihat bahwa terdapat partikel silikon berbentuk jarum dan partikel silikon *eutektik*.



Gambar 1. Hasil Struktur Mikro Proses Cor 1 (Pembesaran 200 x)

Hasil struktur mikro proses tempa, struktur mikro lebih rapat dibandingkan dengan proses cor dikarenakan material aluminium pada piston tempa, strukturnya tidak berubah bahkan lebih baik dalam proses pembuatannya dengan cara dipress atau dipadatkan.



Gambar 2. Hasil struktur mikro piston tempa 2 menunjukkan unsur *dendritik* dengan *silicon eutektik* didalam matriks aluminium *solid solution*. (Pembesaran 200 x)

4. KESIMPULAN

Hasil uji komposisi menunjukkan bahwa material piston proses pengecoran mempunyai paduan unsur utama 83,56 wt % Al, 12,6322 wt % Si, 1,3110 wt % Ni. Sedangkan untuk piston hasil proses tempa mempunyai unsur utama 82,97 wt % Al, 12,0385 wt % Si, 3,9462 wt % Cu dan unsur-unsur atom yang lain dengan total 100 wt %. Harga kekerasan untuk piston hasil proses pengecoran 123 – 140 BHN, sedangkan angka kekerasan tertinggi untuk piston hasil proses tempa adalah 146 BHN. Hasil uji keausan untuk piston proses pengecoran abrasi spesifik sebesar $4.71E-03 \text{ mm}^2/\text{kg}$ sedangkan proses tempa sebesar $1.59E-03 \text{ mm}^2/\text{kg}$. Hasil struktur mikro piston hasil proses tempa lebih halus dan terdapat partikel *silicon eutektik* sedangkan struktur mikro hasil proses cor terdapat partikel *silicon* berbentuk jarum.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Dirjen Dikti atas bantuan Hibah Penelitian Dosen Pemula, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Pratama Mulia Surakarta, keluarga serta rekan-rekan yang membantu dan memberi motivasi sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

Dieter, E. G., (1987), *Mechanical Metallurgy*, McGraw-Hill Inc, New york.

Intruccion Manual, Oghoshi High Speed Universal Wear Testing Machine (Type OAT-U), Tokyo Testing Machine MFG.CO.,LTD.