

ANALISA SIFAT MEKANIS PISTON BEKAS HASIL PROSES TEMPA

Kurniawan Joko Nugroho^{1*}, Ahmad Haryono²

^{1,2}Dosen Teknik Mesin Politeknik Pratama Mulia Surakarta
Email: wawanjoko01@gmail.com, ahmadharyono@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti perbedaan sifat mekanik dan struktur mikro pada piston hasil proses tempa. Bahan penelitian adalah piston bekas pemakaian selama 5 tahun dan original keluaran pabrikan. 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 85,1 – 91,98 BHN, sedangkan angka kekerasan tertinggi untuk piston hasil proses tempa adalah 127,8 BHN. Hasil uji keausan untuk piston proses pengecoran abrasi spesifik $5.05E-04 \text{ mm}^2/\text{kg}$ sedangkan proses tempa $1.71E-04 \text{ mm}^2/\text{kg}$. Hasil struktur mikro piston hasil proses tempa lebih halus dan terdapat partikel silicon eutektik sedangkan proses pengecoran terdapat partikel silicon berbentuk jarum, dikarenakan kandungan unsur Fe lebih tinggi dari proses tempa.

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

Pendahuluan

Penggunaan logam ferro seperti besi dan baja masih mendominasi dalam perencanaan-perencanaan mesin maupun dalam bidang konstruksi. Sedangkan penggunaan logam non ferro yang terus meningkat dari tahun ke tahun yaitu logam aluminium [1]. Hal ini terlihat dari urutan penggunaan logam paduan aluminium yang menempati urutan kedua setelah penggunaan logam besi atau baja, dan diurutan pertama untuk logam *non ferro* [1]. Pemakaian aluminium khusus pada industri otomotif juga terus meningkat Sejak tahun 1980 [2] dan terus meningkat seiring meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di Indonesia. Banyak komponen otomotif yang terbuat dari paduan aluminium, diantaranya adalah piston, blok mesin, cylinder head, valve dan lain sebagainya. Penggunaan paduan aluminium untuk komponen otomotif dituntut memiliki kekuatan yang baik. Agar aluminium mempunyai kekuatan yang baik biasanya logam aluminium dipadukan dengan unsur-unsur seperti: Cu, Si, Mg, Zn, Mn, Ni, dan sebagainya. Mengolah bijih aluminium menjadi logam aluminium (Al) memerlukan energi yang besar dan biaya yang mahal untuk mendapatkan logam aluminium masalah yang utama sebetulnya pada keterbatasan bijih aluminium di alam, karena bijih aluminium merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Karena biasanya sifat dan kualitas piston hasil pengecoran ulang tidak bisa sama dengan piston dari bahan baku baru yaitu Al-Si. Proses pengecoran (*casting*) sering dilakukan untuk menghasilkan satu komponen mesin atau peralatan lainnya. Proses pengecoran ini terdiri dari bermacam-macam metode, seperti *gravity casting*, *pressure casting*, *centrifugal casting*, dan *forging*. Masing – masing metode mempunyai keunggulan tersendiri. Pada proses pembuatan piston yang dilakukan oleh industri kecil biasanya menggunakan metode *gravity casting*, mengingat metode ini sangat mudah dikerjakan. Bila dibandingkan dari kualitas hasil pengecoran, *centrifugal casting* dan *pressure casting* lebih baik daripada *gravity casting*, dimana hal yang mempengaruhi terhadap sifat mekanik pada proses pengecoran salah satunya adalah tekanan logam cair saat dimasukkan kedalam cetakan. Untuk meningkatkan kualitas hasil pengecoran, alternatif penggunaan metode *centrifugal casting* dan *pressure casting* dapat dilaksanakan dengan mempertimbangkan biaya yang dibutuhkan. Bila menggunakan *pressure casting*, maka biaya yang dibutuhkan sangat besar dan tidak sebesar bila menggunakan metode *centrifugal casting* [4] Kualitas pengecoran dapat dilihat dari sifat-sifat mekanik bahan hasil pengecoran, beberapa sifat mekanik yang sering diuji pada satu material adalah kekerasan, tegangan tarik, kemampuan menyerap gaya dari luar (*impact*). Hal lain yang perlu

dilakukan adalah uji struktur mikro, dimana struktur mikro dapat memprediksi sifat-sifat mekanik dilihat dari bentuk dan ukuran butir serta fasa yang terjadi.

Bahan dan Metode Penelitian

Bahan Penelitian :

- Piston asli pabrikan hasil pengecoran
- Piston asli pabrikan hasil proses tempa (*forging*).

Metode Penelitian

1. Langkah Pembuatan Spesimen

- Bahan piston asli pabrikan hasil proses pengecoran dan proses tempa, dipotong-potong sebanyak 20 buah dengan ukuran 15 mm x 10 mm x 8 mm.
- Membuat rumah cetakan dari bahan pipa PVC berdiameter 50 mm dengan tinggi 10 mm.
- 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.
- 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.
- Spesimen yang telah dipoles permukaannya hingga mencapai tingkat kekasaran 0,02 - 0,06 μm , dicuci hingga bersih kemudian dikeringkan dengan kain.

2. 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.

Satu spesimen hasil pengecoran dan tempa diuji kekerasannya menggunakan alat *microhardnesstester* di Laboratorium Bahan Mekanik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Merk Buehler.

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.

d. Uji Struktur Mikro dan Uji SEM

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

Hasil dan Pembahasan

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

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	1,53	91.99
	2	24,5	1,52	91.75
	3	24	1,53	91.99
Cor 2	1	25	1,58	85.1
	2	25	1,57	84.9
	3	25	1,58	85.1
Cor 3	1	24,5	1,58	85.1
	2	25	1,57	84.9
	3	25	1,58	85.1
Cor 4	1	25,5	1,55	88.49
	2	25,5	1,55	88.49
	3	25	1,55	88.49
Cor 5	1	25	1,58	85.2
	2	24,5	1,58	85.2
	3	25	1,57	84.9

Tabel 3. Hasil Uji Kekerasan Proses Tempa

Tempa 1	1	24	1,32	127.8
	2	24	1,32	127.8
	3	24	1,31	127.4
Tempa 2	1	23,5	1,32	127.8
	2	23,5	1,32	127.8
	3	24	1,31	127.4
Tempa 3	1	24	1,32	127.8
	2	24	1,32	127.8
	3	24	1,32	127.8
Tempa 4	1	24	1,32	127.8
	2	23,5	1,31	127.4
	3	24	1,31	127.4
Tempa 5	1	24	1,32	127.8
	2	24	1,32	127.8
	3	24	1,32	127.8

Dari hasil pengujian kekerasan, nilai tertinggi didapat pada material piston tempa 2 sebesar 127.8 BHN. Sedangkan nilai kekerasan terendah didapat pada material cor sebesar 85.1 BHN.

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 : 19.08 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.

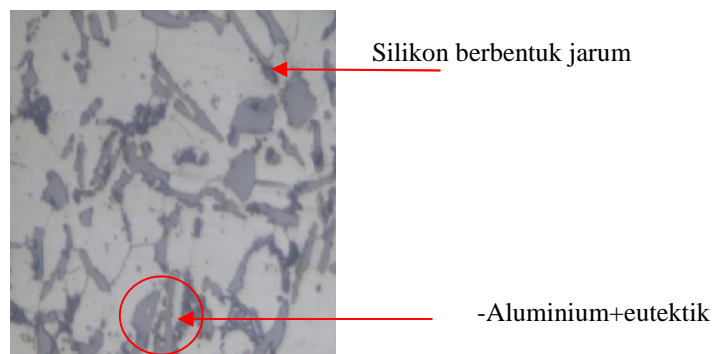
Tabel 4. Hasil Uji Keausan

Kode Sampel	Lebar Alur Abrasi (mm)			Bo	bo ³	Jarak Abrasi (m)	Abrasi Spesifik
	bo1	bo2	bo3	rata-rata	(mm) ³		Ws (mm ² /kg)
Tempa 1	2.4	2.6	2.6	2.5	2.56	15	2.47E-04
Tempa 2	1.9	2.3	2.2	2.1	1.77	15	1.71E-04
Tempa 3	1.9	1.6	2.2	1.9	2.28	15	2.19E-04
Tempa 4	1.7	2.1	2.1	1.96	2.28	15	2.20E-04
Tempa 5	1.7	2.6	2.1	2.1	3.94	15	3.79E-04
Cor 1	2.4	2.2	2.3	2.3	2.56	15	2.47E-04
Cor 2	2.3	2.1	2.2	2.2	2.28	15	2.20E-04
Cor 3	1.8	2	2.4	2.1	4.78	15	4.60E-04
Cor 4	1.9	1.8	1.8	1.8	3.2	15	3.08E-04
Cor 5	1.7	1.8	1.8	1.8	5.24	15	5.05E-04

Hasil uji keausan untuk piston proses pengecoran abrasi spesifik 4.05E-04 mm²/kg sedangkan proses tempa sebesar 1.71E-04 mm²/kg

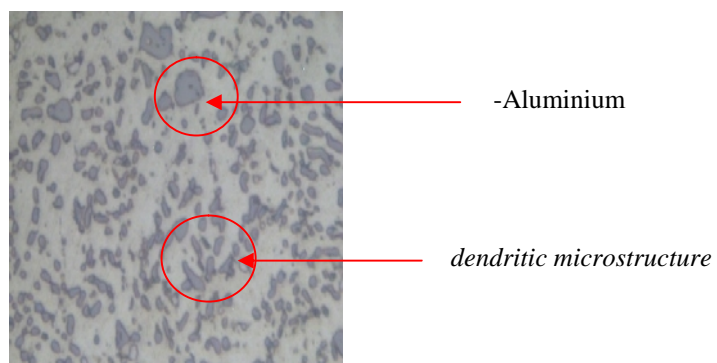
4. Hasil Uji Metalografi.

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



Gambar 4. 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 5. Hasil struktur mikro piston tempa 2 menunjukkan unsur *dendritik* dengan *silicon eutektik* didalam matriks aluminium *solid solution*.(Pembesaran 200 x)

Kesimpulan

1. 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 %.
2. Harga kekerasan untuk piston hasil proses pengecoran 85.1 – 91.99 BHN, sedangkan angka kekerasan tertinggi untuk piston hasil proses tempa adalah 127.8 BHN.
3. Hasil uji keausan untuk piston proses pengecoran abrasi spesifik sebesar $5.05E-04$ mm²/kg sedangkan proses tempa sebesar $1.71E-04$ mm²/kg.
4. 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.

Daftar Pustaka

- B. H. Amstead, *Teknologi Mekanik*, Terjemahan Sriati Djaprie, Erlangga, Jakarta, 1987
- Begüm Akkayan, DDS, PhD, Burcu Sahin, DDS, and Hubert Gaucher, DDS, MScD., 2008, *The Effect of Different Surface Treatments on the Bond Strength of Two Esthetic Post Systems*, Budinski., 2001, "Engineering Materials Properties and Selection," PHI New Delhi, pp. 517–536.
- Callister, W.D., (2001), *Material Science and Engineering an Introduction fourth Edition*, John Willey and Sons, Inc, New York USA.
- Cole, G S., and Sherman, A. M., 1995, "Light weight materials for automotive applications," *Material Characterization*, 35 (1) pp. 3–9.
- Rajan, CP Sharma & Sharma Ashok, 1997 "Heat Treatment Principle And Trccnique" (revised edition), PHI New Delhi, pp. India
- Smallman, R.E., 1985, "Metalurgi Fisik Modern", Gramedia, Jakarta, hal. 347 Suhariyanto ., *Perbaikan Sifat Mekanik Paduan Aluminium (A356.0) dengan Menambahkan TiC*, 2007
- Surdia, T. dan Cijiiwa K, 1991, *Teknik Pengecoran Logam*, PT Pradnya Paramita, Jakarta
- Surdia, T. dan Shinroku, 1982, *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT Pradnya Paramita, Jakarta
- Surdia, Tata & Saito, Shinroku. 1992. *Pengetahuan Bahan Teknik. (edisi kedua)*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- V, A. Srivastava and R. Shivpuri. *Intermetallic Formation and Its Relation to Interface Mass Loss and Tribology in Die Casting Dies*, Elsevier B.V. New Zealand, 2003, p.2233
- Vaillant ,P., Petitet, J. P., 1995, "Interactions under hydrostatic pressure of mild steel with liquid aluminum alloys," *JMater Science* 30 pp 4659–4668