

**PENGARUH PENAMBAHAN Mg TERHADAP SIFAT KEKERASAN DAN KEKUATAN IMPAK SERTA STRUKTUR MIKRO PADA PADUAN Al-Si BERBASIS MATERIAL PISTON BEKAS**

Mugiono<sup>1</sup>, Lagiyono<sup>2</sup>, Rusnoto<sup>3</sup>

1 Mahasiswa Jurusan Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal

2 dan 3 Dosen Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal

e-mail: [ughy\\_mughy@yahoo.co.id](mailto:ughy_mughy@yahoo.co.id)

**ABSTRAK**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan Mg (0%, 5%, 10%, 15%) pada paduan Al-Si. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah paduan Al-Si berupa piston bekas motor honda supra X dan magnesium (Mg) berupa waffle ingot. Piston bekas yang memiliki komposisi 82,87 % Al, 12,93 % Si, 0,5515 % Fe, 1,4590 % Cu, 0,0472 % Mn, 0,6585 % Mg, 0,0619 % Zn, 0,0272 % Ti, 0,0133 % Cr, 1,3625 % Ni, 0,0116 % Pb, 0,0113 % Sn. Sedangkan Mg yang digunakan memiliki komposisi 99,93 % Mg, 0,018 % Al, 0,02 % Si, 0,01 % Mn, 0,002 % Zn, 0,004 % Fe, 0,0012 % Cu, 0,0005 % Ni. Kegiatan penelitian meliputi uji kekerasan, uji impak, dan struktur mikro.

Proses pembuatan specimen dilakukan dengan pemotongan sejumlah piston bekas dan magnesium. Kemudian dua bahan ditimbang sesuai dengan komposisi yang diinginkan. Pemotongan dilakukan untuk memudahkan dalam peleburan, cetakan yang digunakan menggunakan cetakan pasir. Setelah dibuat benda uji, dilakukan pengujian kekerasan, kekuatan impak, dan struktur mikro.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada penambahan Mg ( 0%, 5%, 10%, 15%) pada paduan Al-Si, diperoleh angka kekerasan rata-rata tertinggi pada penambahan Mg 15% sebesar 95,44 kg/mm<sup>2</sup> dan kekuatan impak rata-rata tertinggi pada penambahan Mg 15% sebesar 0,035 J/mm<sup>2</sup>.

Kata kunci: Magnesium, Peleburan, Uji Kekerasan, Uji Impak, Uji foto mikro

## A. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Untuk saat ini penggunaan logam fero seperti besi dan baja masih mendominasi dalam perencanaan-perencanaan mesin maupun dalam bidang konstruksi. Sedangkan penggunaan logam non fero yang terus meningkat dari tahun ke tahun yaitu logam aluminium. Banyak komponen otomotif yang terbuat dari paduan aluminium, diantaranya adalah piston, blok mesin, cylinder head, valve dan lain sebagainya.

Aluminium memiliki beberapa kelebihan daripada logam lainnya. Aluminium relatif lebih ringan daripada baja, tembaga, maupun kuningan. Sebagai konduktor listrik dan panas yang baik, aluminium juga memiliki titik lebur yang rendah, sehingga lebih mudah difabrikasi dibandingkan dengan logam lainnya.

Kelebihan lain dari aluminium adalah tahan karat atau korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah dan sebagainya yang disebabkan oleh reaksi dengan oksigen. Kekuatan dari aluminium murni memang tidak sebaik logam-logam lainnya, agar aluminium mempunyai kekuatan yang baik biasanya logam aluminium dipadukan dengan unsur-unsur seperti Tembaga, Magnesium, Silikon, Mangan dan Seng. Aluminium paduan ini biasa disebut *Aluminium alloy*.

Silikon (Si) merupakan unsur yang umum digunakan dalam paduan aluminium. Hal ini dikarenakan penambahan unsur silikon meningkatkan karakteristik pengecoran seperti meningkatkan mampu alir (*fluidity*), ketahanan terhadap retak panas (*hot tearing*), dan *feeding characteristic*. Paduan Al-Si memiliki sifat mampu cor yang baik, tahan korosi, dapat diproses dengan permesinan dan dapat dilas.

Magnesium adalah unsur yang dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasan pada paduan *heat-treated* Al-Si dan umumnya digunakan pada paduan Al-Si kompleks yang mengandung Cu, Ni dan elemen lain yang berfungsi sama. Selain meningkatkan kekuatan dan kekerasan,

unsur Mg juga meningkatkan ketahanan terhadap korosi paduannya.

## B. LANDASAN TEORI

Aluminium (Al) adalah unsur kimia dengan nomor atom 13 dan massa atom 26,9815. Unsur ini mempunyai isotop alam: Al-27. Sebuah isomer dari Al-26 dapat meluruhkan sinar dengan waktu paruh  $10^5$  tahun. Aluminium berwarna putih keperakan, mempunyai titik lebur  $660,5^{\circ}\text{C}$  dan titik didih  $2.467^{\circ}\text{C}$ , serta berat jenisnya 2,70 (pada temperatur  $20^{\circ}\text{C}$ ).

Silikon merupakan unsur yang umum digunakan dalam paduan aluminium. Hal ini dikarenakan penambahan unsur silikon meningkatkan karakteristik pengecoran seperti meningkatkan mampu alir (*fluidity*), ketahanan terhadap retak panas (*hot tearing*), dan *feeding characteristic*. Paduan Al-Si memiliki sifat mampu cor yang baik, tahan korosi, dapat diproses dengan permesinan dan dapat dilas.

### 1. Uji komposisi

Uji komposisi adalah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui unsur-unsur yang ada dan terkandung dalam sebuah material.

### 2. Uji kekerasan

Kekerasan (Hardness) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material.

Pengujian kekerasan dengan metode Brinell bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (indentor) yang ditekan pada permukaan material uji tersebut (spesimen). Uji kekerasan brinell dirumuskan dengan:

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

Dimana:

$D$  = diameter penetrator (mm)

$d$  = diameter injakan penetrator (mm)

$P$  = beban yang menekan (kg)

$HB$  = Brinell result (HB) ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )

3. Uji impak

Pengujian impak merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Dasar pengujian impak adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi.

Pengujian impak charpy dirumuskan dengan:

$$HI = \frac{\text{Tenaga patah}}{A} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

HI = Harga Impak (J/mm<sup>2</sup>)

A = Luas penampang dibawah takikan (mm<sup>2</sup>)

4. Uji struktur mikro

Pengujian struktur mikro pada penelitian ini bertujuan untuk mengamati struktur mikro pada paduan Al-Si-Mg, terutama untuk mengamati perubahan struktur mikro dari material yang diakibatkan dari proses peleburan.

**C. METODE PENELITIAN**

Bahan paduan Al-Si yang digunakan adalah material piston bekas kendaraan bermotor merk Honda Supra X. Sedangkan Mg yang digunakan adalah produk dari PT. Mitra Prima Agung dengan komposisi kimia dibawah ini:

Tabel 1. Komposisi Mg

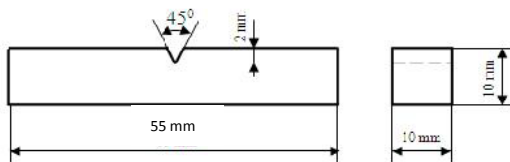
Unsur	%
Mg	99,93
Al	0,018
Si	0,02
Mn	0,01
Zn	0,002
Fe	0,004
Cu	0,0012
Ni	0,0005

1. Pembuatan benda uji

Prosedur pembuatan benda uji sebagai berikut:

- Mempersiapkan bahan seperti piston dan magnesium.
- Persiapan material piston bekas sebelum dilebur dibersihkan dengan menggunakan larutan kerak hasil pembakaran pada ruang bakar.pembersih, digosok dengan menggunakan kertas amplas untuk menghilangkan oksidasi permukaan dan
- Memotong-motong piston bekas dan Mg, kemudian menimbang dengan prosentase yang sudah ditentukan. Total berat paduan Al-Si-Mg adalah 1000 gr (100%), dengan rincian prosentase penambahan Mg (0%, 5%, 10%, 15%) adalah sebagai berikut:  
 Mg 0% → 0 gr Mg + 1000 gr Al-Si  
 Mg 5% → 50 gr Mg + 950 gr Al-Si  
 Mg 10% → 100 gr Mg + 900 gr Al-Si  
 Mg 15% → 150 gr Mg + 850 gr Al-Si
- Piston bekas yang sudah ditimbang dimasukkan kedalam tungku.
- Tungku dinyalakan, posisi penyemprotan panas dari bagian atas bahan.
- Setelah piston bekas lebur barulah Mg dimasukkan. Hal ini dilakukan karena Al memiliki titik lebur yang tinggi dibandingkan dengan Mg.
- Setelah kedua bahan tercampur kemudian diaduk ± 1 mnt.
- Kemudian menuangkan campuran kedua bahan tersebut kedalam cetakan dan didinginkan pada suhu kamar.
- Setelah cetakan dingin bahan dikeluarkan dari cetakan dan

- kemudian dibuat benda uji dengan menggunakan mesin.
- Untuk benda uji kekuatan impact menggunakan standar ASTM E23, sedangkan untuk uji kekerasan benda uji berbentuk persegi dengan ukuran 3 cm x 2,5 cm dan tebal 1 cm.
  - Sampel benda uji berjumlah 20 buah
    - a. Uji kekerasan = 4 buah
    - b. Uji impact = 12 buah
    - c. Uji struktur mikro = 4 buah
  - Setelah benda uji jadi barulah dilakukan pengujian.



Gambar 1. Dimensi benda uji impact

#### D. HASIL PENELITIAN

##### 1. Uji komposisi piston bekas

Tabel 2. Hasil uji komposisi piston bekas

Unsur	%
Al	82,87
Si	12,93
Fe	0,5515
Cu	1,4590
Mn	0,0472
Mg	0,6585
Zn	0,0619
Ti	0,0272
Cr	0,0133
Ni	1,3625
Pb	0,0116
Sn	0,0113

##### 2. Uji kekerasan

Tabel 3. Hasil uji kekerasan

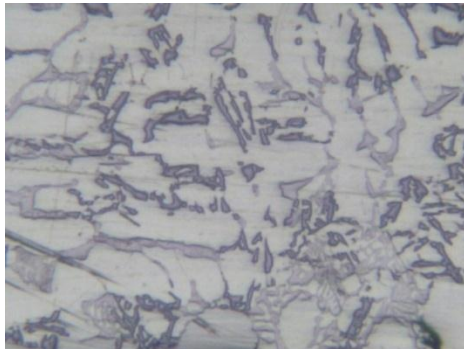
Paduan	No	Hardnes Brinell (kg/mm <sup>2</sup> )
100% PB + 0% Mg	1	69,73
	2	69,73
	3	64,10
<b>Rata-rata</b>		<b>67,85</b>
95% PB + 5% Mg	1	79,49
	2	74,99
	3	69,73
<b>Rata-rata</b>		<b>74,73</b>
90% PB + 10% Mg	1	88,32
	2	88,32
	3	84,56
<b>Rata-rata</b>		<b>87,06</b>
85% PB + 15% Mg	1	96,94
	2	96,94
	3	92,43
<b>Rata-rata</b>		<b>95,44</b>

##### 3. Uji impact

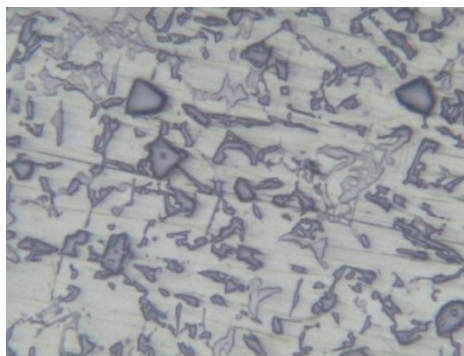
Tabel 4. Hasil uji impact

Paduan	No	Harga Impact (J/mm <sup>2</sup> )
100% PB + 0% Mg	1	0,019
	2	0,019
	3	0,025
<b>Rata-rata</b>		<b>0,021</b>
95% PB + 5% Mg	1	0,03125
	2	0,025
	3	0,02875
<b>Rata-rata</b>		<b>0,0283</b>
90% PB + 10% Mg	1	0,03125
	2	0,035
	3	0,03125
<b>Rata-rata</b>		<b>0,0325</b>
85% PB + 15% Mg	1	0,03125
	2	0,0375
	3	0,0375
<b>Rata-rata</b>		<b>0,035</b>

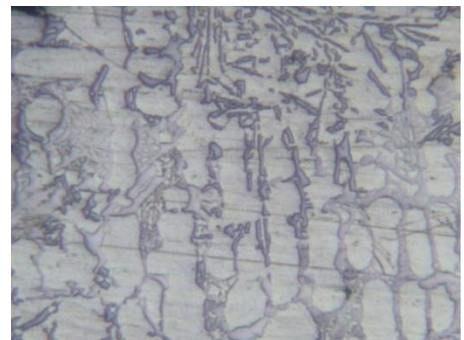
#### 4. Uji struktur mikro



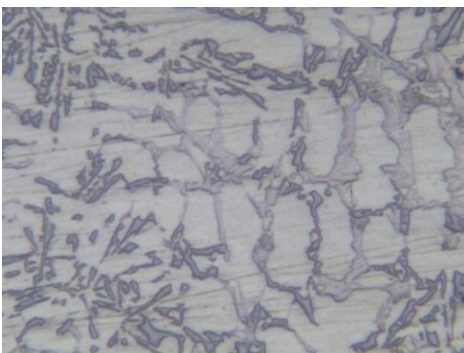
Gambar 2. Struktur mikro dengan 0% Mg



Gambar 3. Struktur mikro dengan 5% Mg



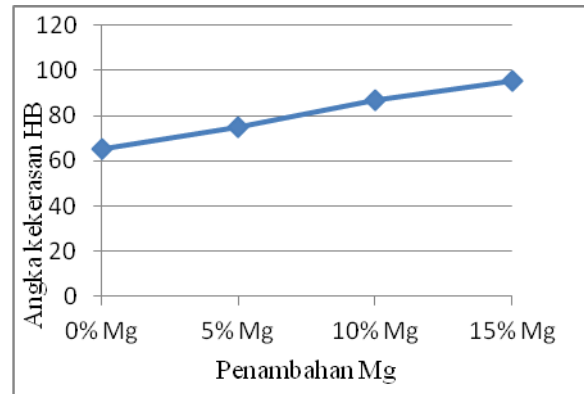
Gambar 4. Struktur mikro dengan 10% Mg



Gambar 5. Struktur mikro dengan 15% Mg

### E. PEMBAHASAN

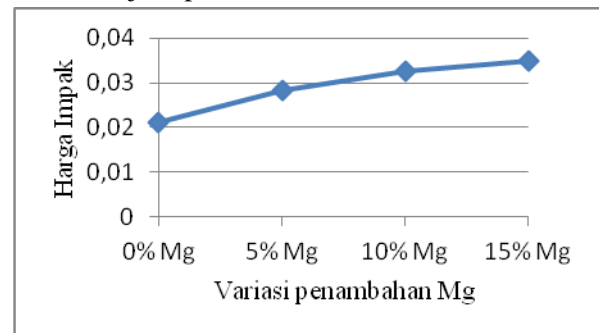
#### 1. Uji kekerasan



Gambar 6. Grafik hasil pengujian kekerasan

Berdasarkan gambar di atas tingkat kekerasan tertinggi didapatkan pada penambahan Mg sebesar 15% yaitu sebesar  $95,44 \text{ kg/mm}^2$ .

#### 2. Uji impak



Gambar 7. Grafik hasil pengujian impak

Berdasarkan gambar di atas Harga Impak tertinggi didapatkan pada penambahan Mg sebesar 15% yaitu sebesar  $0,035 \text{ J/mm}^2$ .

#### 3. Uji struktur mikro

Dari hasil foto struktur mikro penambahan unsur Mg pada paduan Al-Si berbasis material piston bekas menunjukkan bahwa adanya struktur mikro yang berubah, baik struktur yang tidak merata menjadi merata, unsur menjadi serpihan memanjang dan merata dan adanya penurunan porositas.

## F. Kesimpulan dan Saran

### 1. Kesimpulan

- a. Dari hasil uji kekerasan dapat dilihat bahwa terdapat kenaikan pada tiap-tiap penambahan Mg pada paduan Al-Si berbasis material piston bekas. Angka kekerasan rata-rata terbesar terjadi pada penambahan Mg sebesar 15% yaitu sebesar 95,44 kg/mm<sup>2</sup>. Angka kekerasan rata-rata terkecil terjadi pada penambahan Mg sebesar 5% yaitu 74,73 kg/mm<sup>2</sup>, tetapi nilai kekerasan ini masih lebih tinggi bila dibandingkan dengan sebelum penambahan Mg (0%) yang hanya sebesar 65,41 kg/mm<sup>2</sup>.
- b. Dari hasil uji impak dapat dilihat bahwa terdapat kenaikan pada tiap-tiap penambahan Mg pada paduan Al-Si. Harga Impak rata-rata terbesar terjadi pada penambahan Mg sebesar 15% yaitu sebesar 0,035 J/mm<sup>2</sup>. Harga Impak terkecil terjadi pada penambahan Mg sebesar 5% yaitu 0,0283 J/mm<sup>2</sup>, tetapi nilai ini masih lebih tinggi bila dibandingkan dengan sebelum penambahan Mg (0%) yang hanya sebesar 0,021 J/mm<sup>2</sup>.
- c. Penambahan unsur Mg pada paduan Al-Si berbasis material piston bekas menyebabkan perubahan struktur mikro baik pada penambahan 0%, 5%, 10%, dan 15%. Hal ini dapat dilihat semakin bertambahnya Mg struktur semakin rata sehingga sifat mekaniknya meningkat.

### 2. Saran

- a. Pengecoran pada penelitian ini menggunakan metode penuangan gravitasi, sehingga masih banyak diperlukan penelitian-penelitian lanjutan untuk mendalami proses pengecoran sentrifugal, cetak tekan, die casting yang dapat meningkatkan sifat mekaniknya.
- b. Suhu pada proses penuangan hasil pengecoran harus tepat karena untuk menghindari terjadinya porositas pada benda uji.

- c. Perlu ketelitian dalam proses pembuatan benda uji dan sesuai dengan standar yang ditentukan.

### G. Daftar Pustaka

1. Abdillah Fuad. *Perlakuan Panas Paduan Al-Si pada Prototipe Piston Berbasis Material Piston Bekas*. Tesis, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, 2010.
2. Duskiardi dan Soejono Tjitro, *Pengaruh Tekanan Dan Temperatur Die Proses Squeeze Casting Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Material Piston Komersial Lokal*, Volume 4, No. 1, April 2002.
3. Eddy Djatmiko dan Budiarto, *Pengaruh Perlakuan Panas T6 Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Paduan Al-Si-Mg*, 2008.
4. Indriyati Martha. *Pengaruh Penambahan Modifier Fosfor Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Paduan Aluminium AC8A Hipereutektik*. Skripsi, Program Studi Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, 2008.
5. Putu Hadi Setyarini, *Perilaku Impak Dan Porositas Paduan Al-Si-Mg Pada Pengecoran Sentrifugal Akibat Temperatur Pemanasan Awal Cetakan*, Volume 2, No. 1, 2011.
6. Surdia, T. dan Shinroku S. 2005, *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
7. Surdia, T. dan Chijjiwa K, 2006, *Teknik Pengecoran Logam*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
8. Tjokorda Gde Tirta Nindhia, *Studi Struktur Mikro Silikon Dalam Paduan Al-Si Pada Piston dari Berbagai Merk Sepeda Motor*, Volume 4, No. 1, April 2010.