



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN UNSUR MAGNESIUM (Mg)
TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS MATERIAL SEPATU REM HASIL
PENGECORAN HPDC**

TUGAS AKHIR

**HAECKEL BAYYAN AMIL VALERAT
L2E 008 047**

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
OKTOBER 2012**

TUGAS AKHIR

- Diberikan Kepada : Nama : Haeckel Bayyan Amil Valerat
NIM : L2E 008 047
- Dosen Pembimbing : Dr. Ir. A. P. Bayuseno, M.Sc.
- Jangka Waktu : 6 Bulan
- Judul : Pengaruh Variasi Penambahan Unsur Magnesium (Mg) Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Material Sepatu Rem Hasil Pengecoran HPDC.
- Isi Tugas : Mengetahui dan menganalisis pengaruh penambahan unsur magnesium terhadap sifat fisis dan mekanis dari material ADC 12 hasil pengecoran HPDC yang digunakan pada sepatu rem sepeda motor meliputi nilai densitas dan porositas, struktur mikro, serta nilai kekerasan sehingga hasil analisa dapat dijadikan sebagai referensi pada suatu perusahaan pembuatan sepatu rem sepeda motor..

Semarang, 11 Oktober 2012

Pembimbing




Dr. Ir. A. P. Bayuseno, M.Sc

NIP: 196205201989021001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Haeckel Bayyan Amil Valerat
NIM : L2E 008 047
Tanda Tangan : 
Tanggal : 11 Oktober 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Haeckel Bayyan Amil Valerat

NIM : L2E 008 047

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Penambahan Unsur Magnesium (Mg)
Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Material Sepatu Rem
Hasil Pengecoran HPDC.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. A.P Bayuseno, MSc

Penguji : Dr. Munadi, ST, MT

Penguji : Dr. MSK. Tony Suryo Utomo, ST, MT

Penguji : Dr. Susilo Adi Widyanto, ST, MT

()
()
()
()

Semarang, 11 Oktober 2012

Jurusan Teknik Mesin

Ketua,



Dr. Sulardjaka S.T, M.T

NIP. 197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : HAECKEL BAYYAN AMIL VALERAT
NIM : L2E 008 047
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah kami yang berjudul :

PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN UNSUR MAGNESIUM (Mg) TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS MATERIAL SEPATU REM HASIL PENGECORAN HPDC

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir kami selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 11 Oktober 2012

Yang menyatakan



(HAECKEL BAYYAN AMIL VALERAT)
NIM. L2E 008 047

MOTTO

“Pahlawan bukanlah orang yang berani menetakkan pedangnya ke pundak lawan, tetapi pahlawan sebenarnya ialah orang yang sanggup menguasai dirinya dikala ia marah.”

(Nabi Muhammad SAW)

“Tak perlu kesempurnaan untuk bisa berbahagia. Karena bahagia sesungguhnya adalah ketika kamu melihat apapun secara sempurna”

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada :

Kedua orang tuaku tercinta, Ibu Nuning Sri Wahyuni dan Bapak Ade Kusnadi yang telah memberikan kasih sayang serta dukungannya tanpa kenal lelah serta adikku tersayang yang selalu memberikan motivasi untuk terus maju.

ABSTRAK

Rem merupakan salah satu bagian dari kendaraan yang mempunyai peran yang sangat penting untuk kenyamanan dan keselamatan pengendara sepeda motor. Salah satu komponen dalam rem adalah sepatu rem. Sepatu rem dibuat dengan material ADC12 melalui proses pengecoran. HPDC (*High Pressure Die Casting*) merupakan salah satu metode dalam proses pengecoran. Dalam penelitian ini, menggunakan bahan baku ADC12 yang merupakan produk PT. Pinjaya Logam, Mojokerto. HPDC dilakukan dengan tekanan 7 MPa dan variasi penambahan unsur Magnesium (Mg) 0,3 wt%, 0,4 wt%, dan 0,5 wt%. Penelitian karakterisasi yang dilakukan yaitu meliputi uji porositas, uji kekerasan, dan uji struktur mikro sehingga diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kualitas produk sepatu rem ADC12 hasil HPDC dengan penambahan unsur Magnesium (Mg). Penambahan unsur magnesium dilakukan melalui proses *stirring* selama 1 menit dengan kecepatan 65 rpm dengan temperatur penuangan 700°C.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar unsur magnesium yang ditambahkan, porositas semakin berkurang sedangkan nilai kekerasan semakin besar. Kekerasan tertinggi berada pada variasi penambahan unsur Magnesium (Mg) 0,5 wt% yaitu 51,19 HRB. Hal ini terjadi karena solidifikasi terjadi lebih cepat sehingga presipitat tumbuh dengan sempurna yang menyebabkan material memiliki jarak antar butir kristal lebih rapat sehingga sulit terjadi dislokasi pada butir. Presipitat yang terbentuk adalah Magnesium Silikat (Mg_2Si). Hasil struktur mikro menunjukkan adanya unsur Al, Si dan presipitat Mg_2Si serta terlihat adanya porositas pada produk sepatu rem. Selain itu dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan Mg maka ukuran butirnya semakin kecil.

Kata Kunci: HPDC (*High Pressure Die Casting*), ADC12, Mg_2Si

ABSTRACT

Brake is one part of the vehicle that plays very important role for the comfort and safety of motorcyclists. One of the brake components is brake shoes. Brake shoes can be made with material ADC12 through the casting process. HPDC (High Pressure Die Casting) is one of the methods in the casting process. In this study, was selected raw material ADC12 as a product of PT. Pinjaya Metals, Mojokerto. HPDC was done at the pressure of 7 MPa and addition of elemental magnesium (Mg) was set at 0.3 wt%, 0.4 wt%, and 0.5 wt%. Characterization studies performed include porosity, hardness, and microstructure test. It is expected to provide information about product quality of ADC12 brake shoes HPDC results with the addition of elemental magnesium (Mg). The addition of elemental magnesium was done through the process of stirring for 1 minute with a speed of 65 rpm and pouring temperature 700°C.

Test results showed that the larger the element magnesium was added, while the porosity decreases the greater hardness value was obtained. The highest hardness was obtained at addition of elemental magnesium (Mg) 0.5 wt% which is 51.19 HRB. It is because the solidification happen quickly so that the precipitates grow to perfection which causes the material to have the distance between the crystal grains closer together making it difficult dislocations in grains. Precipitate formed is Magnesium Silicate (Mg_2Si). The results indicate the presence of elements of the microstructure of Al, Si, Mg_2Si precipitates and the visible presence of porosity on the brake shoes. Moreover, it can be seen that the larger of Mg addition then the grain size decreases

Keywords: HPDC (High Pressure Die Casting), ADC12, Mg_2Si

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin. Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang tiada hentinya mencurahkan rahmat dan hidayahnya, sehingga dengan segala karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **"PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN UNSUR MAGNESIUM (Mg) TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS MATERIAL SEPATU REM HASIL PENGECORAN HPDC"** ini. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada panutan kita Rasulullah Muhammad SAW.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Dr. Ir. A. P. Bayuseno, M.Sc selaku dosen pembimbing , yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan masukan-masukan kepada penulis untuk menyusun tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua Bapak Ade Kusnadi dan Ibu Nuning Sri Wahyuni yang tercinta, serta keluarga besar Hj. Teti Nurhayati yang senantiasa mendoa'kan dan menyemangati penulis.
3. Teman seperjuangan Agus Tri Prasetyo, Anggi Taufik Nugraha, Bayu Andriyawan, Kusumaning Rahardian Putri, dan Nasrudin Arif Chamdani yang selalu mendukung dan membantu dalam pelaksanaan tugas akhir maupun penyelesaian laporan ini.
4. Bapak Wahyu selaku teknisi Laboratorium Metalurgi Fisik Teknik Mesin Universitas Diponegoro yang telah membantu dalam proses pengujian karakterisasi.
5. Bapak Sutadi selaku teknisi Laboratorium Proses Produksi POLINES Semarang yang telah membantu dalam pembuatan Dies.

Dengan penuh kerendahan hati, penyusun menyadari akan kekurangan dan keterbatasan pengetahuan yang penyusun miliki sehingga tentu saja penyusunan tugas

akhir ini jauh dari sempurna, untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi kemajuan penulis untuk masa yang akan datang.

Terakhir, dengan selesainya tugas akhir ini berarti selesai pula masa studi penulis di Teknik Mesin UNDIP. Semoga dapat memberikan manfaat bagi penulis dan juga kepada orang lain.

Semarang, 11 Oktober 2012

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Tugas Akhir	ii
Halaman Pernyataan Orisinalitas	iii
Halaman Pengesahan	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir untuk Kepentingan Akademis	v
Abstrak	vii
Kata Pengantar	ix
Daftar isi	xi
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel	xvii
Nomenklatur	xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Originalitas Penelitian	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4

BAB II DASAR TEORI

2.1 Karakteristik Sepatu Rem	5
2.2 Bahan Sepatu Rem	6
2.2.1 Aluminium dan Paduannya.....	6
2.3 Bahan Paduan Al-Si	9
2.4 Pembuatan Sepatu Rem.....	10
2.4.1 Pengecoran Gravitasi.....	10
2.4.2 Pengecoran Cetak Tekan (<i>Die Casting</i>)	12

2.4.3 <i>High Pressure Die Casting</i> (HPDC)	13
2.4.4 <i>Stir Casting</i>	15
2.5 Sifat dan Karakteristik Magnesium	16
2.5.1 Aplikasi Magnesium Pada Komponen Kendaraan	17
2.6 Struktur Mikro.....	18
2.6.1 Struktur Mikro Aluminium.....	18
2.6.2 Struktur Mikro Paduan Al-Si.....	19
2.6.3 Struktur Mikro Paduan Al-Si-Mg	19

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Peralatan yang Digunakan	21
3.2 Persiapan Bahan	30
3.3 Proses Pembuatan Spesimen Sepatu Rem	32
3.4 Pengujian Spesimen	36
3.4.1 Pengujian Porositas	36
3.4.2 Pengujian Kekerasan	39
3.4.3 Pengujian Mikrografi	41
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	44

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Studi Karakterisasi Material ADC12	47
4.1.1 Komposisi Material ADC12	47
4.2 Identifikasi Hasil Pengecoran HPDC dengan Variasi Penambahan Magnesium.....	49
4.2.1 Pengaruh Variasi Penambahan Unsur Magnesium terhadap Porositas.....	49
4.2.2 Hasil Pengujian Kekerasan	50
4.2.2.1 Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan ADC12 tanpa Penambahan Unsur Magnesium	52
4.2.2.2 Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan ADC12 dengan Variasi Penambahan Unsur Magnesium.....	53

4.2.2.3 Perbandingan Hasil Pengujian Kekerasan ADC12 dengan Penambahan Unsur Magnesium dan ADC12 tanpa Penambahan Unsur Magnesium.....	55
4.2.3 Hasil Pengujian Struktur Mikro	56
4.2.3.1 Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sepatu rem.....	5
Gambar 2.2	Letak Sepatu Rem pada Komponen Rem Tromol.....	6
Gambar 2.3	Diagram Fasa Al-Si	9
Gambar 2.4	Metode Pengecoran Gravitasi	11
Gambar 2.5	Tampilan Skematis Pengecoran HPDC	14
Gambar 2.6	Struktur Mikro Aluminium	18
Gambar 2.7	Struktur Mikro Al-Si.....	19
Gambar 2.8	Struktur Mikro Al-Si-Mg.....	20
Gambar 3.1	Gergaji Mesin.....	21
Gambar 3.2	(a) Tungku Krusibel dan (b) <i>Burner</i>	22
Gambar 3.3	<i>Blower</i>	22
Gambar 3.4	Kowi	23
Gambar 3.5	Mesin HPDC	23
Gambar 3.6	Bagian-Bagian Mesin HPDC	24
Gambar 3.7	Alat <i>Stir Casting</i>	25
Gambar 3.8	Cetakan Sepatu Rem (a) <i>Fix dies</i> d (b) <i>Moveable dies</i>	26
Gambar 3.9	Proses CNC Pembuatan Cetakan Coran	27
Gambar 3.10	Timbangan Digital.....	27
Gambar 3.11	Gergaji Tangan.....	28
Gambar 3.12	(a) <i>Thermocouple</i> dan (b) <i>Display</i>	28
Gambar 3.13	Mesin Amplas dan Poles	29
Gambar 3.14	<i>Rockwell Hardness Tester</i>	29
Gambar 3.15	(a) Mikroskop Optik dan (b) Kamera	30
Gambar 3.16	<i>Vernier Caliper</i>	30
Gambar 3.17	ADC12 Batangan.....	31
Gambar 3.18	Serbuk Magnesium.....	31
Gambar 3.19	Proses Pemotongan ADC12 Batangan	32
Gambar 3.20	Penimbangan Potongan ADC12.....	32
Gambar 3.21	Proses Penimbangan Magnesium	33

Gambar 3.22	Proses Peleburan Menggunakan Tungku Krusibel.....	33
Gambar 3.23	Pengukuran Temperatur Aluminium	34
Gambar 3.24	Proses <i>Stirring</i>	34
Gambar 3.25	Proses Penuangan ke Cetakan Mesin HPDC	35
Gambar 3.26	Spesimen Hasil Pengecoran	35
Gambar 3.27	Pemotongan Spesimen Hasil Pengecoran.....	36
Gambar 3.28	Penimbangan (a) Massa Kering dan (b) Massa Basah Spesimen Uji.	37
Gambar 3.29	Tahapan Pengujian Kekerasan	40
Gambar 3.30	<i>Sectioning</i> Sepatu Rem Menjadi 3 Bagian	41
Gambar 3.31	Pengamplasan Spesimen Uji	42
Gambar 3.32	Pemolesan Spesimen Uji	42
Gambar 3.33	Pengujian Mikrografi	43
Gambar 3.34	Diagram Alir Penelitian	45
Gambar 4.1	Hasil Porositas Produk Sepatu Rem terhadap Variasi Penambahan Magnesium (Mg).....	50
Gambar 4.2	(a) Posisi Spesimen dan (b) Posisi Penitikan	51
Gambar 4.3	Hasil Uji Kekerasan ADC12 Terhadap Posisi Pengukuran Tanpa Penambahan Unsur Magnesium Dengan Temperatur Penuangan 7000C.....	52
Gambar 4.4	Hasil Nilai Kekerasan Terhadap Posisi Pengukuran ADC12 Dengan Penambahan Unsur Magnesium.....	53
Gambar 4.5	Hasil Nilai Kekerasan Rata-Rata ADC12 dengan penambahan unsur magnesium.....	54
Gambar 4.6	Perbandingan Nilai Hasil Kekerasan ADC12 Tanpa Penambahan unsur magnesium dan ADC12 dengan penambahan unsur magnesium	55
Gambar 4.7	Struktur Mikro pada Variasi Penambahan Unsur Mg 0,3 wt% pada Posisi Kanan	57
Gambar 4.8	Struktur Mikro pada Variasi Penambahan Unsur Mg 0,3 wt% pada Posisi Tengah	57

Gambar 4.9	Struktur Mikro pada Variasi Penambahan Unsur Mg 0,3 wt% pada Posisi Kiri.....	57
Gambar 4.10	Struktur Mikro pada Variasi Penambahan Unsur Mg 0,4 wt% pada Posisi Kanan	58
Gambar 4.11	Struktur Mikro pada Variasi Penambahan Unsur Mg 0,4 wt% pada Posisi Tengah	58
Gambar 4.12	Struktur Mikro pada Variasi Penambahan Unsur Mg 0,4 wt% pada Posisi Kiri	59
Gambar 4.13	Struktur Mikro pada Variasi Penambahan Unsur Mg 0,5 wt% pada Posisi Bawah	59
Gambar 4.14	Struktur Mikro pada Variasi Penambahan Unsur Mg 0,5 wt% pada Posisi Tengah	60
Gambar 4.15	Struktur Mikro pada Variasi Penambahan Unsur Mg 0,5 wt% pada Posisi Atas	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi paduan aluminium tempaan	7
Tabel 4.1	Hasil uji komposisi material ADC12	47
Tabel 4.2	Komposisi paduan aluminium <i>die casting</i> kelas 12.....	48
Tabel 4.3	Data Hasil Pengujian Porositas dan Densitas ADC12 dengan Variasi Penambahan Unsur Magnesium	49
Tabel 4.4	Hasil pengujian kekerasan sepatu rem (Skala HRB) dengan bahan ADC 12 dan Variasi Penambahan Magnesium dengan suhu penuangan 700 ⁰ C	51
Tabel 4.5	Nilai Kekerasan Rata-Rata Produk Sepatu Rem ADC12 dengan suhu penuangan 700 ⁰ C	52
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Struktur Mikro ADC12 dengan Penambahan Unsur Magnesium	56

NOMENKLATUR

Simbol	Definisi	Satuan
<i>D</i>	Berat sampel kering	(kg, g)
<i>S</i>	Berat sampel setelah direndam dalam air selama 10 menit	(kg, g)
<i>V</i>	Volume	(m ³ , cm ³)
<i>W</i>	Berat sampel di udara terbuka	(kg, g)
ρ	Massa jenis	(gr/cm ³)
<i>ADC12</i>	<i>Aluminium Die Casting</i> kelas 12	

