



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGARUH VARIASI WAKTU PENGADUKAN Al_2O_3 DAN Al-Si TERHADAP
SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO MATERIAL SEPATU REM
HASIL PENGECORAN HPDC**

TUGAS AKHIR

**BAYU ANDRIYAWAN
L2E 008 028**

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

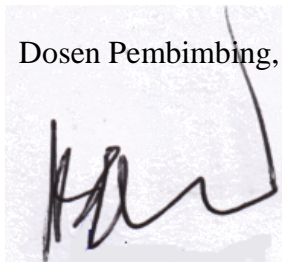
**SEMARANG
DESEMBER 2012**

TUGAS AKHIR

- Diberikan Kepada : Nama : Bayu Andriyawan
NIM : L2E 008 028
- Dosen Pembimbing : Dr. Ir. A. P. Bayuseno, M.Sc.
- Jangka Waktu : 6 Bulan
- Judul : Pengaruh Variasi Pengadukan Al_2O_3 dan Al-Si Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Material Sepatu Rem Hasil Pengecoran HPDC.
- Isi Tugas : Mengetahui dan menganalisis pengaruh variasi pengadukan Al_2O_3 dengan Al-Si terhadap sifat fisis dan hasil pengecoran HPDC yang digunakan pada sepatu rem sepeda motor meliputi densitas, porositas, struktur mikro, dan distribusi Al_2O_3 serta nilai kekerasan sehingga hasil analisa dapat dijadikan sebagai referensi pada suatu perusahaan pembuatan sepatu rem sepeda motor.

Semarang, 10 Desember 2012

Dosen Pembimbing,

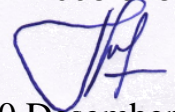


Dr. Ir. A. P. Bayuseno, M.Sc.

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 : Bayu Andriyawan
Nim : L2E 008 028
Tanda Tangan : 
Tanggal : 10 Desember 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Bayu Andriyawan

NIM : L2E 008 028

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Pengadukan Al_2O_3 dan Al-Si Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro 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.

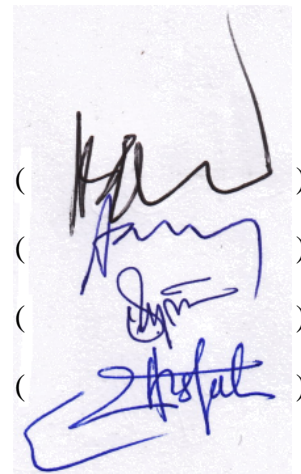
TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. AP. Bayuseno, MSc

Penguji : Dr. Ir. Toni Prahasto, MASc

Penguji : Dr. Syaiful, ST, MT

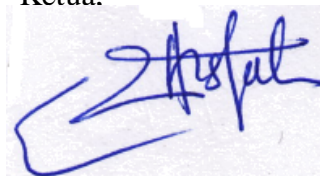
Penguji : Dr. Sulardjaka, ST, MT



Semarang, 10 Desember 2012

Jurusan Teknik Mesin

Ketua.



Dr. Sulardjaka, ST, MT

NIP. 197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Bayu Andriyawan
NIM : L2E 008 028
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 saya yang berjudul :

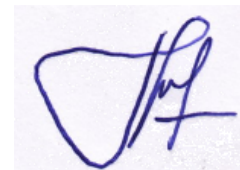
**PENGARUH VARIASI WAKTU PENGADUKAN Al_2O_3 DAN Al-Si
TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO MATERIAL
SEPATU REM HASIL PENGECORAN HPDC**

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 saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 10 Desember 2012

Yang menyatakan



(BAYU ANDRYAWAN)
NIM. L2E 008 028

MOTTO

“Jangan pernah berpikir bahwa hidup itu sulit sebelum kamu berusaha untuk memecahkan masalah yang kamu hadapi”

(Agus Purnomo Adi)

“Jangan menyerah untuk mendapatkan impian yang kamu cita-citakan”

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada :

Kedua orang tuaku, Bapak Tubono dan Ibu Sumaryati yang telah memberikan cinta kasih serta dukungannya tanpa kenal lelah. Adikku Irwan Arif M tersayang. Anisatul Mahzifah tercinta yang selalu terus menyemangati

ABSTRAK

Pertumbuhan industri otomotif sepeda motor di Indonesia berkembang dengan pesat. Hal ini menyebabkan kebutuhan komponen pendukung seperti sepatu rem menjadi sangat besar. Sepatu rem dibuat dengan Al-Si menggunakan pengecoran HPDC. Pada penelitian ini bahan sepatu rem ADC12 ditambahkan partikel alumina (Al_2O_3) untuk memperbaiki sifat mekanis dengan parameter yang diatur adalah variasi waktu pengadukan ADC12 dengan Al_2O_3 . Variasi waktu pengadukan Al_2O_3 dengan ADC12 adalah 1 menit, 2 menit, 3 menit. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data variasi waktu pengadukan terhadap distribusi Al_2O_3 di dalam ADC12, nilai kekerasan, struktur mikro, dan porositas.

Dalam penelitian ini, didapatkan data pada waktu pengadukan 1 menit mempunyai presentase porositas sebesar 12,38%, waktu pengadukan 2 menit sebesar 9,91% , dan waktu pengadukan 3 menit sebesar 11,37%. Kekerasan meningkat seiring dengan meningkatnya waktu pengadukan. Pada waktu pengadukan 1 menit nilai kekerasan rata-rata yang didapat sebesar 45,97 HRB, waktu pengadukan 2 menit sebesar 50,25 HRB, dan waktu pengadukan 3 menit sebesar 48,28 HRB. Akan tetapi, pada waktu pengadukan 3 menit nilai kekerasan turun, hal ini disebabkan oleh adanya cacat porositas.

Kata Kunci: HPDC, ADC12, Al_2O_3 , Porositas, Waktu pengadukan

ABSTRACT

The growth of the motorcycles automotive industry in Indonesia is growing rapidly. This led to the need for supporting components like brake shoe becomes very large. Brake shoe made from Al-Si using HPDC. In this research, the brake shoe material ADC12 which added by alumina particles (Al_2O_3) to improve the mechanical properties with the parameter of variation of stirring time ADC12 with Al_2O_3 . The variation is 1 minute, 2 minutes, 3 minutes. This study aims to obtain data on the distribution of alumina particles, hardness value, microstructure, and porosity.

In this research, the data obtained at 1 minute stirring time has a percentage of porosity at 12.38%, 2 minutes stirring time at 9.91%, and 3 minutes stirring time at 11.37%. The hardness increases with increasing stirring time. At 1, 2, and 3 minutes, average hardness values is 45.97 HRB, 50.25 HRB, and 48.28 HRB. However, 3 minutes, the value of hardness decreases, this is caused by the presence of porosity defects.

Keywords: HPDC, ADC12, Al_2O_3 , Porosity, Stirring Time

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin. Semoga puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat 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 Waktu Pengadukan Al₂O₃ dan Al-Si Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Material Sepatu Rem Hasil Pengecoran HPDC."** ini. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada panutan kita Rosulullah 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. 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. Teman seperjuangan Anggi Taufik Nugraha, Agus Tri Prasetyo, Haeckel Bayan Amil Valerat, Kusumaning Rahardian Putri, dan Nasrudin Arif Chamdani yang selalu mendukung dan membantu dalam pelaksanaan tugas akhir maupun penyelesaian laporan ini.
3. Bapak Sutadi selaku teknisi Laboratorium Proses Produksi Politeknik Negeri Semarang yang telah membantu dalam proses pembuatan *dies*.
4. Bapak Wahyu selaku teknisi Laboratorium Metalurgi Fisik Teknik Mesin Universitas Diponegoro yang telah membantu dapat proses pengujian karakterisasi.

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, 10 Desember 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	xvi
Nomenklatur	xvii

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II DASAR TEORI

2.1 Sepatu Rem (<i>Brake Shoe</i>).....	5
2.2 Komposit	6
2.2.1 <i>Metal Matrix Composite</i>	7
2.2.2 Karakteristik <i>Metal Matrix Composite</i>	8
2.3 Aluminium.....	9
2.3.1 Unsur Paduan Aluminium	10
2.3.2 Paduan Aluminium Silikon.....	12

2.4 Alumina (Al_2O_3)	13
2.5 <i>Die Casting</i>	14
2.5.1 <i>High Pressure Die Casting</i>	15
2.6 <i>Gravity Casting</i>	17
2.7 Pembuatan Al-Si/ Al_2O_3 dengan <i>Stir casting</i>	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	23
3.2 Persiapan Bahan	26
3.3 Peralatan yang Digunakan	27
3.4 Proses Pembuatan Spesimen Sepatu Rem	36
3.5 Pengujian Spesimen	39
3.5.1 Pengujian Porositas	39
3.5.2 Pengujian Kekerasan	40
3.5.3 Pengujian Mikrografi	42

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Komposisi Material Al-Si	44
4.2 Hasil Pengujian Densitas dan Porositas Al-Si/ Al_2O_3	44
4.3 Hasil Pengujian Struktur Mikro	47
4.4 Distribusi Partikel Al_2O_3	52
4.5 Hasil Pengujian Kekerasan	53
4.5.1 Pembahasan Pengujian Kekerasan	55
4.5.2 Perbandingan Hasil Pengujian Kekerasan Al-Si/ Al_2O_3 dan Al-Si Tanpa Penambahan Al_2O_3	57

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	61

DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konstruksi Rem Tromol.....	5
Gambar 2.2	Sepatu Rem (<i>Brake Shoe</i>).....	6
Gambar 2.3	Perbandingan Sifat Mekanik Bahan Konvensional dengan MMC	9
Gambar 2.4	Diagram Fasa Al-Si	12
Gambar 2.5	Serbuk Alumina.....	13
Gambar 2.6	Mesin HPDC <i>Hot Chamber</i>	16
Gambar 2.7	Mesin HPDC <i>Cold Chamber</i>	17
Gambar 2.8	Metode Pengecoran Gravitasi	18
Gambar 2.9	Metode Pengecoran <i>stir casting</i>	21
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.2	ADC12 Batangan.....	26
Gambar 3.3	Serbuk Alumina.....	26
Gambar 3.4	Gergaji Mesin.....	27
Gambar 3.5	(a) Tungku Krusibel dan (b) <i>Burner</i>	28
Gambar 3.6	Kowi	28
Gambar 3.7	Blower.....	29
Gambar 3.8	Mesin HPDC	29
Gambar 3.9	Bagian-bagian mesin HPDC	30
Gambar 3.10	Cetakan Sepatu Rem.....	31
Gambar 3.11	Proses <i>Stir Casting</i>	32
Gambar 3.12	Timbangan Digital.....	33
Gambar 3.13	Gergaji Tangan.....	33
Gambar 3.14	(a) <i>Thermocouple</i> dan (b) Display.....	33
Gambar 3.15	(a) Mesin Amplas dan (b) Mesin Poles	34
Gambar 3.16	<i>Rockwell Hardness Tester</i>	34
Gambar 3.17	(a) Mikroskop Metalurgi dan (b) Kamera.....	35
Gambar 3.18	<i>Vernier Caliper</i>	35
Gambar 3.19	Proses Pemotongan ADC12 Batangan	36
Gambar 3.20	Penimbangan Potongan ADC12.....	36

Gambar 3.21	Proses Peleburan dan <i>Stir Casting</i>	37
Gambar 3.22	Proses Penuangan	38
Gambar 3.23	Spesimen Hasil Pengecoran HPDC	38
Gambar 3.24	Proses Pemotongan Spesimen	39
Gambar 3.25	a) Pengujian Kekerasan dan (b) Titik pengujian Kekerasan.....	41
Gambar 3.26	Proses <i>Grinding</i>	42
Gambar 3.27	Proses <i>Polishing</i>	42
Gambar 3.28	Proses <i>Etching</i>	43
Gambar 3.29	Pengujian Mikrografi	43
Gambar 4.1	Hasil Pengujian Densitas terhadap Waktu pengadukan	45
Gambar 4.2	Hasil Pengujian Porositas Terhadap Waktu Pengadukan	46
Gambar 4.3	Struktur Mikro pada Waktu Pengadukan 1 Menit Posisi Kiri	47
Gambar 4.4	Struktur Mikro pada Waktu Pengadukan 1 Menit Posisi Tengah	48
Gambar 4.5	Struktur Mikro pada Waktu Pengadukan 1 Menit Posisi Kanan.....	48
Gambar 4.6	Struktur Mikro pada Waktu Pengadukan 2 Menit Posisi Kiri	49
Gambar 4.7	Struktur Mikro pada Waktu Pengadukan 2 Menit Posisi Tengah.....	49
Gambar 4.8	Struktur Mikro pada Waktu Pengadukan 2 Menit Posisi Kanan.....	50
Gambar 4.9	Struktur Mikro pada Waktu Pengadukan 3 Menit Posisi Kiri.	50
Gambar 4.10	Struktur Mikro pada Waktu Pengadukan 3 Menit Posisi Tengah.....	51
Gambar 4.11	Struktur Mikro pada Waktu Pengadukan 3 Menit Posisi Kanan.....	51
Gambar 4.12	(a) Posisi spesimen dan (b) Posisi penitikan.....	53
Gambar 4.13	Hasil Nilai Kekerasan Rata-Rata Terhadap Waktu Pengadukan Al-Si/Al ₂ O ₃	55
Gambar 4.14	Hasil Kekerasan Terhadap Waktu Pengadukan Dan Posisi Pengukuran Al-Si/Al ₂ O ₃	56
Gambar 4.15	Perbandingan Nilai Hasil Kekerasan Al-Si Tanpa Penambahan dan Al-Si dengan Penambahan Al ₂ O ₃	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat Beberapa Jenis Penguat Bentuk <i>Particulat</i> (p), <i>Whisker</i> (w), <i>Chopped Fiber</i> (c).....	8
Tabel 2.2	Sifat-sifat Alumina	14
Tabel 4.1	Hasil uji komposisi material ADC12	44
Tabel 4.2	Data Hasil Pengujian Porositas dan Densitas	45
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Struktur Mikro Al-Si/Al ₂ O ₃	47
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Kekerasan Skala HRB dengan Waktu Pengadukan 1 Menit	53
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Kekerasan Skala HRB dengan Waktu Pengadukan 2 Menit	54
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Kekerasan Skala HRB dengan Waktu Pengadukan 3 Menit	54
Tabel 4.7	Nilai Kekerasan Rata-Rata Produk Sepatu Rem Al-Si/Al ₂ O ₃	54
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Homogenitas Dengan Tiga Variansi.....	55
Tabel 4.9	Standar Deviasi Posisi Penitikan.....	57
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Homogenitas Dengan Tiga Variansi.....	57
Tabel 4.11	Hasil Pengujian Kekerasan Sepatu Rem Al-Si Tanpa Penambahan Al ₂ O ₃ Pada Temperatur Tuang 750 °C.....	58

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)