

**PENGARUH PENAMBAHAN Mg DAN PERLAKUAN PANAS
TERHADAP SIFAT FISIK MEKANIK KOMPOSIT MATRIKS
ALUMINIUM *RE MELTING* PISTON BERPENGUAT SiO₂**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik**



Oleh :

ERWIN FEBRIANTO

NIM. I1413010

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2016



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET - FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TRANSFER TEKNIK MESIN

Jl Ir Sutami No. 36A Kentingan Surakarta Telp. 0271 632163 web: mesin.ft.uns.ac.id

SURAT TUGAS PEMBIMBING DAN PENGUJI TUGAS AKHIR
PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN UNS
Program Studi : **S1 Transfer Teknik Mesin**
Nomor : **0641/TA/S1/09/2015**

Nama : **ERWIN FEBRIANTO**
NIM : **11413010**
Bidang : **Ilmu Bahan**
Pembimbing 1 : **TEGUH TRIYONO, ST MEng/197104301998021001**
Pembimbing 2 : **EKO SUROJO., ST,MT/196904112000031006**
Penguji : **1. Dr. TRIYONO, ST., MT./ 197406251999031002**
2. Indri Yaningsih, S.T.,M.T/ 198607042012122004
3. DR. JOKO TRIYONO, ST, MT/ 196906251997021001
Mata Kuliah Pendukung
1. TEKNOLOGI PENGECORAN(MS04013-10)
2. TEKNOLOGI PENGELASAN(MS05053-10)
3. TEKNOLOGI KOMPOSIT(MS04033-10)

Judul Tugas Akhir

**"PENGARUH PENAMBAHAN Mg DAN PERLAKUAN
PANAS TERHADAP SIFAT FISIK MEKANIK KOMPOSIT
MATRIKS ALUMINIUM REMELTING PISTON
BERPENGUAT SiO₂ "**

Surakarta, ^{15 09.} ~~2016-03-18~~ 16:04:07
Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin,


DR ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT
NIP. 197106151998021002

Tembusan :

1. Mahasiswa ybs.
2. Dosen Pembimbing TA ybs.
3. Koordinator TA.
4. Arsip.

**PENGARUH PENAMBAHAN Mg DAN PERLAKUAN PANAS TERHADAP
SIFAT FISIK MEKANIK KOMPOSIT MATRIKS ALUMINIUM REMELTING
PISTON BERPENGUAT SIO2**

Disusun Oleh


ERWIN FEBRIANTO
NIM : **11413010**

Dosen Pembimbing 1



TEGUH TRIYONO, ST.MEng
NIP. **197104301998021001**

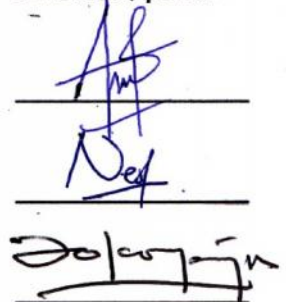
Dosen Pembimbing 2



EKO SUROJO., ST,MT
NIP. **196904112000031006**

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **03-03-2016**, pukul **10:00:00**, bertempat di **M.101, Gd.1 FT-UNS**.

1. Dr. TRIYONO, ST., MT.
197406251999031002
2. Indri Yaningsih, S.T.,M.T
198607042012122004
3. DR. JOKO TRIYONO, ST, MT
196906251997021001



Kepala Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta



DR ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT
NIP. **197106151998021002**

Koordinator Tugas Akhir



DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT
NIP. **197003231998021001**

PENGARUH PENAMBAHAN Mg DAN PERLAKUAN PANAS TERHADAP SIFAT FISIK MEKANIK KOMPOSIT MATRIKS ALUMINIUM *REMELTING* PISTON BERPENGUAT SiO₂

Erwin Febrianto

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta

Jalan Ir. Sutami no 36A, Surakarta 57126, Indonesia

E-mail : erwinfebrianto91@gmail.com

Abstrak

Aluminium Matrix Composite (AMC) adalah salah satu jenis material yang memiliki potensi dan keunggulan besar untuk dikembangkan saat ini. Aplikasi komposit matriks aluminium banyak dibutuhkan pada bidang industri otomotif dan dirgantara. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan Mg dan perlakuan panas terhadap sifat fisik mekanik komposit matriks aluminium *remelting* piston berpenguat SiO₂. Proses perlakuan panas dilakukan pada temperatur *solution treatment* 540 °C selama 6 jam dan *quenching* dengan media air bertemperatur 80 °C selama 60 detik dan dilanjutkan proses *artificial aging* pada temperatur 165 °C selama 12 jam, terakhir komposit matriks aluminium didinginkan dengan media air bertemperatur ruangan. Hasil penelitian menunjukkan komposit tanpa penambahan Mg dan komposit dengan penambahan Mg 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5%Wt Mg memiliki kekuatan impak masing-masing sebesar 0,684 J/mm², 0,709 J/mm², 0,765 J/mm², 0,790 J/mm², dan 0,801 J/mm² sedangkan kekerasan *Brinell* masing-masing sebesar 81,014 Kg/mm², 88,394 Kg/mm², 97,783 Kg/mm², 101,531 Kg/mm², dan 107,502 Kg/mm² (BHN). Hasil pengamatan menggunakan mikroskop optik memperlihatkan persebaran SiO₂ yang merata dengan variasi penambahan Mg dan terbentuknya presipitat didalam komposit matriks aluminium.

Kata Kunci : *Aluminium Matrix Composite*, Piston, SiO₂, Mg, *Stir Casting*, Perlakuan Panas, Kekuatan Impak, Kekerasan *Brinell*, Struktur Mikro

**THE EFFECT OF Mg ADDITION AND HEAT TREATMENT ON
THE PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES ALUMINUM
MATRIX COMPOSITE REMELTING PISTON WITH SiO₂**

Erwin Febrianto

Department Of Mechanical Engineering

Sebelas Maret University

Ir. Sutami no 36A, Surakarta 57126, Indonesia

E-mail : erwinfebrianto91@gmail.com

Abstract

Aluminum Matrix Composite (AMC) is one type of material that has a great potential and advantage for development at this time. The application of aluminum matrix is much needed in the areas of automotive and aerospace industries. This study was conducted to determine the effects of Mg addition and heat treatment on the physical-mechanical properties of aluminum matrix composite remelting piston with SiO₂. The heat treatment process carried out at a temperature of 540 degree C of solution treatment for six hours and quenched with a temperature of 80 degree C of water media for 60 seconds, continued with the process of artificial aging at a temperature of 165 degree C for 12 hours, lastly, aluminum composite matrix cooled with water media at room temperature. The results showed that composite without Mg addition and composites with 1%, 1.5%, 2%, and 2.5% Mg have impact strength of 0.684 J/mm², 0.709 J/mm², 0.765 J/mm², 0.790 J/mm², and 0.801 J/mm², respectively, and Brinell hardness of 81.014 kg/mm², 88.394 kg/mm², 97.783 kg/mm², 101.531 kg/mm², and 107.502 kg/mm² (BHN), respectively. Observation using optical microscope shows evenly-distributing of SiO₂ with variations of Mg addition and the forming of precipitate in the aluminum matrix composites.

Keywords: *Aluminum Matrix Composite, Piston, SiO₂, Mg, Stir Casting, Heating Treatment, Impact Strength, Brinell Hardness, Micro Structure.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kenikmatan kepada kita semua sehingga laporan tugas akhir ini dapat penulis selesaikan. Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mencapai gelar sarjana teknik di Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Tugas akhir ini memaparkan analisa pengaruh perlakuan panas pada komposit matriks aluminium *remelting* piston berpenguat SiO₂ dan Mg terhadap sifat mekanik dan struktur mikro dengan menggunakan metode *stir casting*.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penulisan laporan tugas akhir ini, khususnya kepada :

1. Ayah, Ibu dan keluarga tercinta atas segala dukungan, doa dan bimbingan sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Teguh Triyono, ST., MEng dan Bapak Eko Surojo, ST., MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan selama penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Eng. Syamsul Hadi, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNS.
4. Bapak Dr. Joko Trijono, ST., MT, Bapak Dr. Triyono, ST., MT dan Ibu Indri Yaningsih, ST., MT, selaku dosen penguji.
5. Bapak Eko Prasetya Budiana, ST., MT selaku dosen pembimbing akademik.
6. Semua dosen Teknik Mesin FT UNS yang telah membuka wacana keilmuan penulis.
7. Semua laboran Jurusan Teknik Mesin UNS
8. Teman-teman S1 dan S2 Teknik Mesin UNS yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas bantuan dan dorongan semangat serta doanya. Terima kasih, semoga Allah SWT membalas budi baik anda semuanya.

Penulis menyadari, bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, bila ada saran, koreksi dan kritik demi kesempurnaan skripsi ini, akan penulis terima dengan ikhlas dan dengan ucapan terima kasih.

Dengan segala keterbatasan yang ada, penulis berharap skripsi ini dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Maret 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
SURAT TUGAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II. LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Dasar Teori	9
2.2.1. Komposit	9
2.2.1.1. Klasifikasi komposit	9
2.2.2. Komposit matrik logam / <i>Metal matrix composite</i>	13
2.3 Bahan Penyusun Komposit Matrik Logam	15
2.3.1 Aluminium (Al – Si)	15
2.3.2 Silikon oksida.....	17
2.3.3 Magnesium	20
2.4 Fabrikasi Komposit Matriks Logam	21
2.4.1 Pembuatan komposit MMC fasa padat	21

2.4.2	Fabrikasi komposit MMC fasa cair (<i>stir casting</i>)	21
2.5.	Proses Pembuatan Komposisi Al-SiO ₂ -Mg	24
2.6.	Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)	24
2.7.	Pengujian Impak	27
2.8.	Pengujian Metalografi	29
2.9.	Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i> (BHN)	29
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN		
3.1.	Alat dan Bahan	31
3.1.1.	Alat	31
3.1.2.	Bahan	36
3.2.	Proses Pembuatan Komposit Al-SiO ₂ -Mg	38
3.3.	Proses Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)	40
3.4.	Karakteristik Al-SiO ₂ -Mg	40
3.4.1	Pengujian impak	40
3.4.2	Pengujian metalografi	41
3.4.3	Pengujian SEM	41
3.4.4	Pengujian kekerasan <i>Brinell</i> (BHN)	42
3.5.	Diagram Alir Penelitian	42
BAB IV. DATA HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		
4.1.	Kekuatan Impak Komposit Matriks Aluminium	44
4.1.1.	Pengaruh fraksi massa penambahan Mg dan perlakuan panas terhadap kekuatan impak	44
4.1.2.	Pengamatan makro terhadap penampang patahan pada komposit	47
4.2.	Kekerasan <i>Brinell</i> Komposit Matriks Aluminium	49
4.3.	Pengamatan SEM (<i>Scanning Elektron Microscopy</i>)	52
4.4.	Pengamatan Struktur Mikro Komposit Matriks Aluminium	56
BAB V. PENUTUP		
5.1.	Kesimpulan	60
5.2.	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN		65

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Titik cair paduan Aluminium	17
Tabel 2.2. Properti dari SiO ₂	18
Tabel 3.1. Komposisi material <i>remelting</i> piston bekas	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Tipe Komposit Serat	11
Gambar 2.2. Klasifikasi Komposit berdasarkan strukturnya	11
Gambar 2.3. Klasifikasi Material Komposit dengan Matriks Logam	14
Gambar 2.4. Diagram fasa Al-Si	16
Gambar 2.5. Tetrahedron silika-oksigen (SiO_4^{4-})	19
Gambar 2.6. Penataan silikon dan oksigen atom dalam satuan sel kristobalit, polimorf dari SiO_2	19
Gambar 2.7. Tungku <i>Stir casting</i>	22
Gambar 2.8. Dimensi Spesimen Uji Impak Charpy.....	27
Gambar 2.9. Ilustrasi Skematis Pengujian Impak	28
Gambar 3.1. Rangkaian peralatan <i>stir casting</i>	32
Gambar 3.2. Cetakan Permanen.....	32
Gambar 3.3. Alat uji impak <i>charpy</i>	33
Gambar 3.4. Mikroskop Makro <i>Olympus Stereo Microscope SZX 7</i>	34
Gambar 3.5. Mikroskop Mikro	34
Gambar 3.6. Alat Uji Keras <i>Brinell</i>	35
Gambar 3.7. <i>Heat Treat Furnace</i>	36
Gambar 3.8. Piston bekas.....	37
Gambar 3.9. Serbuk SiO_2	38
Gambar 3.10. Serbuk Mg	38
Gambar 3.11. Spesimen Komposit Al- SiO_2 -Mg.....	39
Gambar 3.12. Spesimen Komposit Al- SiO_2 -Mg Sebelum Perlakuan Panas	40
Gambar 3.13. Spesimen Komposit Al- SiO_2 -Mg Setelah Perlakuan Panas	41
Gambar 3.14. Diagram Alir Penelitian	43
Gambar 4.1. Grafik nilai kekuatan impak komposit Al- SiO_2 -Mg tanpa perlakuan panas dan komposit dengan perlakuan panas	45
Gambar 4.2. Penampang patahan komposit.....	48

Gambar 4.3. Grafik Perbandingan nilai kekerasan <i>Brinell</i> komposit Al-SiO ₂ -Mg tanpa perlakuan panas dan komposit dengan perlakuan panas	50
Gambar 4.4. Diagram fasa biner semu dari paduan Al-Mg ₂ Si	51
Gambar 4.5. Foto SEM perbesaran 2500x komposit 0% Mg	52
Gambar 4.6. Foto EDS dan Foto EDS <i>Map Spectrum</i> komposit 0% Mg.	53
Gambar 4.7. Foto SEM perbesaran 2500x komposit 1,5% Mg	53
Gambar 4.8. Foto EDS dan Foto EDS <i>Map Spectrum</i> komposit 1,5% Mg.....	54
Gambar 4.9. Foto SEM perbesaran 2500x komposit 2,5% Mg.	54
Gambar 4.10. Foto EDS dan Foto EDS <i>Map Spectrum</i> komposit 2,5% Mg.....	55
Gambar 4.11. Foto Struktur Mikro Komposit 0% Mg dan 1% Mg.....	56
Gambar 4.12. Foto Struktur Mikro Komposit 1,5% Mg, 2% Mg, dan 2,5% Mg.....	57
Gambar 4.13. Kurva <i>aging (strength and hardness vs time)</i>	58

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Uji Spektrofotometri Matriks Al/Si	65
Lampiran 2. Piston Bekas sebagai Matriks	66
Lampiran 3. <i>Inventer</i> Untuk Mengatur Kecepatan Putaran	66
Lampiran 4. Sifat Fisik dan Mekanik Piston Standar MAHLE	67
Lampiran 5. Perhitungan Fraksi Massa Komposit	68
Lampiran 6. Perhitungan Nilai Kekuatan Impak	69
Lampiran 7. Tabel dan Gambar Grafik Hasil Pengujian Impak	74
Lampiran 8. Hasil Pengujian Kekerasan Komposit	75
Lampiran 9. Tabel dan Gambar Grafik Hasil Pengujian Kekerasan Komposit..	78