

## **TUGAS AKHIR**

### **ANALISA HEAT TREATMENT PADA ALUMINIUM MAGNESIUM SILIKON (Al – Mg – Si) DENGAN SILIKON (Si) (1%, 3%, 5%) TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS**



Makalah Seminar Tugas Akhir ini Disusun Sebagai Syarat Untuk  
Mengikuti Ujian Tugas Akhir Pada Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Disusun Oleh:**

**TOGA AGUNG SAPUTRO**  
**NIM: D 200 060 025**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
DESEMBER 2012**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul: “ **Analisa Heat Treatment Pada Aluminium Magnesium Silikon (Al – Mg - Si) Dengan Silikon (Si) (1%, 3%, 5%) Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis**” yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Februari 2013

Yang menyatakan,



**Toga Agung Saputro**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “ *Analisa Heat Treatment Pada Aluminium Magnesium Silikon (Al – Mg - Si) Dengan Silikon (Si) (1%, 3%, 5%) Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis*”, telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dipersiapkan oleh :

NAMA : Toga Agung Saputro

NIM : D200 06 0025

Disetujui pada

Hari : SABTU

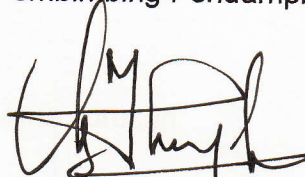
Tanggal : 16, MARET 2013

Pembimbing Utama



Ir. Masyrukan, MT.

Pembimbing Pendamping



Ir. Agus Hariyanto, MT.

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “ *Analisa Heat Treatment Pada Aluminium Magnesium Silikon (Al – Mg - Si) Dengan Silikon (Si) (1%, 3%, 5%) Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis*”, telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Toga Agung Saputro**

NIM : **D 200 06 0025**

Disahkan pada

Hari :

Tanggal :

**Tim Penguji :**

Ketua : Ir. Masyrukan, MT.

Anggota 1 : Ir. Agus Hariyanto, MT.

Anggota 2 : Ir. Pramuko I. P, MT.

(  )  
(  )  
(  )

Dekan



Ir. Sri Sunarjono, MT. Ph. D.

Ketua Jurusan



Tri Widodo Besar R, ST, M.Sc, Ph. D.



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**

Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos 1 Surakarta 57102 Telp. (0271) 717417 Ext. 212, 213, 225, 253 Fax. 620271, 715448, 730280  
E-mail : ft-ums@ums.ac.id. Website : <http://www.ums.ac.id>

Nomor : 370/A.3-II/TM/TA/XI/2011.

30 Nopember 2011.

Lampiran :

H a l : Permintaan Soal dan  
Bimbingan Tugas Akhir ( TA )

Kepada Yth.

1. Masyrukan, Ir., M.T.
2. Agus Hariyanto, Ir., M.T.

Dosen Fakultas Teknik – UMS  
di – Surakarta.

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Ba'da salam dan bahagia, guna melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar kesarjanaan Strata – 1 bidang Teknologi Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, maka dengan ini kami sampaikan permohonan untuk memberikan soal dan bimbingan Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Toga Agung Saputra  
Nomor Induk : D 200 060 025  
Alamat Rumah : Banyudono 01/01 Boyolali  
Topik TA : *ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN SILIKON (1%, 3%, 5%)  
PADA PADUAN ALMG TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS*

Kemudian atas perhatian dan kerjasama diucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*



Ketua Jurusan

Sartono Putro, Ir., M.T.

## MOTTO

*“Do’a adalah nyanyian hati yang selalu dapat membuka jalan  
terbang menuju singgasana Tuhan meski terhimpit  
didalam tangisan seribu jiwa”*

*(Kahlil Gibran)*

*‘Usah disesalkan pada kemarin yang pergi tapi sambutlah hari ini dan  
esok dengan penuh ketabahan dan meninggalkan  
seribu makna nan abadi ’*

*(Penulis)*



**ANALISA HEAT TREATMENT PADA ALUMINIUM MAGNESIUM  
SILIKON (Al – Mg – Si) DENGAN SILIKON (Si) (1%, 3%, 5%)  
TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS**

**Toğa Agung Saputro, Masyrukan, Agus Hariyanto**  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

**ABSTRAKSI**

*Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi unsur kimia, struktur mikro, kekuatan dampak, kekuatan tarik dan kekerasan bahan spesimen paduan Aluminium Magnesium Silikon (Al-Mg-Si) dengan Silikon (Si) dengan variasi penambahan 1%, 3%, dan 5% dengan perlakuan heat treatment.*

*Metode penelitian meliputi bahan, alat dan proses yang dilakukan selama penelitian. Adapun material atau bahan yang diuji adalah Aluminium (Al) berupa plat aluminium, Magnesium (Mg), berupa serbuk magnesium dan Silikon (Si), berupa serbuk silikon. Komposisi aluminium (Al) masing-masing sama 85% dengan silikon (Si) bervariasi 1%, 3%, 5% dan sisanya magnesium (Mg). Pada perlakuan panas spesimen dikenai perlakuan panas pelarutan (solution heat treatment) 450°C dengan waktu tahan 1 jam, 2 jam, 3 jam kemudian di quenching media air dan terakhir dituakan dengan penuaan buatan (artificial aging) 125°C. Adapun pengujian yang dilakukan adalah uji komposisi, struktur mikro, uji dampak Charpy, uji tarik dan uji kekerasan Vickers.*

*Hasil pengujian komposisi kimia terhadap ketiga paduan tersebut di dapati paduan aluminium (Al) yang kaya akan unsur silikon (Si) adalah pada paduan Al-Mg penambahan Si 5% yaitu, 4,8632%. Dari hasil pengujian dampak tampak bahwa harga dampak mengalami peningkatan setelah diperlakukan panas dan pada penambahan Si yang lebih banyak material ini mengalami penurunan kekuatan material. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa kekuatan tarik pada paduan Si yang lebih banyak dapat menurunkan kekuatan tarik. Dari pengujian kekerasan diketahui bahwa penambahan Si yang semakin banyak menyebabkan material semakin rapuh.*

**Kata kunci : penambahan silikon, perlakuan panas, paduan Al-Mg-Si**

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Syukur Alhamdulillah, segala puji kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir berjudul, “ **Analisa *Heat Treatment* Pada Aluminium Magnesium Silikon (Al – Mg - Si) Dengan Silikon (Si) (1%, 3%, 5%) Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis**”, dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT., yang telah banyak memberikan anugrah dan hidayahNya.
2. Ir. Agus Riyanto, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta sekaligus sebagai pembimbing pendamping.
3. Ir. Sartono Putro, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
4. Ir. Masyrukan, MT., selaku Pembimbing Utama yang telah banyak memberikan ilmu dan arahan serta bimbingannya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan Ibu orang tua saya, beserta anggota keluarga yang lain, terima kasih atas dukungan dan do'anya yang tak pernah berhenti selama ini.
6. Teman-teman seperjuangan, terimakasih banyak atas bantuan dan kerjasamanya.
7. Teman-teman dan rekan-rekan semua mahasiswa Teknik Mesin UMS angkatan '06 yang tidak dapat disebutkan satu-satu, semoga kita semua bisa sukses.



Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Surakarta, Januari 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul.....	i
Pernyataan Keaslian Skripsi .....	ii
Halaman Persetujuan .....	iii
Halaman Pengesahan .....	iv
Lembar Soal Tugas Akhir .....	v
Motto .....	vi
Abstraks .....	vii
Kata Pengantar.....	viii
Daftar Isi.....	x
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Tabel .....	xv
Daftar Simbol .....	xvi
Daftar Lampiran .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian .....	5
1.5. Manfaat Penelitian .....	6
1.6. Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Tinjauan Pustaka .....	9
2.2. Dasar Teori .....	10
2.2.1. Aluminium Murni .....	11
2.2.2. Unsur – unsur Paduan dan Pengaruhnya .....	12
2.2.3. Paduan Aluminium.....	14
2.3. Perlakuan Panas pada Aliminium .....	19

2.4. Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis .....	23
2.4.1. Pengujian Komposisi Kimia .....	24
2.4.2. Pengujian Struktur Mikro .....	25
2.4.3. Pengujian Impak .....	26
2.4.4. Pengujian Tarik .....	28
2.4.5. Pengujian Kekerasan .....	33

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian .....	37
3.2. Bahan .....	38
3.3. Alat Penelitian .....	39
3.3.1. Peralatan Proses Pengecoran .....	39
3.3.2. Peralatan Proses Perlakuan Panas .....	41
3.4. Alat Uji Bantu .....	43
3.5. Instalasi Pengujian .....	45
3.5.1. Pengujian Komposisi Kimia .....	45
3.5.2. Pengujian Struktur Mikro .....	46
3.5.3. Pengujian Impak .....	48
3.5.4. Pengujian Tarik .....	49
3.5.5. Pengujian Kekerasan .....	51
3.6. Sampel Spesimen .....	52
3.6.1. Spesimen Uji Komposisi Kimia Dan Struktur Mikro .....	52
3.6.2. Spesimen Uji Impak .....	53
3.6.3. Spesimen Uji Tarik .....	53
3.6.4. Spesimen Uji Kekerasan .....	54
3.6.5. Jumlah Spesimen .....	54
3.7. Pelaksanaan Penelitian .....	55
3.7.1. Studi Teori .....	55
3.7.2. Persiapan Material .....	56
3.7.3. Pengecoran Dan Pembentukan Spesimen .....	56

3.7.4 Proses Perlakuan Panas ( <i>Heat Treatment</i> ) .....	56
3.7.5 Proses Pengujian Material .....	58

#### BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Komposisi Kimia .....	61
4.1.1. Data Hasil Uji Komposisi Kimia .....	61
4.1.2. Pembahasan Hasil Pengujian Komposisi Kimia.....	62
4.2. Pengujian Struktur Mikro .....	63
4.2.1. Data Hasil Uji Struktur Mikro.....	63
4.2.2. Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro .....	64
4.3. Hasil Pengujian Impak .....	66
4.3.1. Data Hasil Uji Impak <i>Charpy</i> .....	66
4.3.2. Pembahasan Hasil Pengujian Impak <i>Charpy</i> .....	67
4.4. Hasil Pengujian Tarik .....	68
4.4.1. Data Hasil Uji Tarik .....	68
4.4.2. Pembahasan Hasil Pengujian Tarik .....	69
4.5. Hasil Pengujian Kekerasan .....	71
4.5.1. Data Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i> .....	71
4.5.2. Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> ..	72

#### BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan .....	74
5.2. Saran.....	75

#### DAFTAR PUSTAKA

#### LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Fasa Al-Si .....	16
Gambar 2.2. Diagram Fasa Al-Mg .....	17
Gambar 2.3. Diagram Fasa Biner Semu dari Paduan Al-MgSi .....	18
Gambar 2.4. Skema Perlakuan Panas Pada Aluminium .....	23
Gambar 2.5. Proses Pengamatan Pada Mikroskop .....	26
Gambar 2.6. Pengujian Impak .....	27
Gambar 2.7. Garis Lengkung Tegangan - Regangan.....	29
Gambar 2.8. Diagram Tegangan - Regangan .....	32
Gambar 2.9. Metode Pengujian Kekerasan .....	34
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian .....	37
Gambar 3.2. Aluminium, Magnesium dan Silikon .....	38
Gambar 3.3. Tungku .....	39
Gambar 3.4. Kompor <i>Blower</i> .....	40
Gambar 3.5. Cetakan Pasir.....	41
Gambar 3.6. Dapur Pemanas .....	42
Gambar 3.7. Bak Air .....	42
Gambar 3.8. Catut.....	43
Gambar 3.9. Bahan Etsa .....	44
Gambar 3.10. Mesin <i>Polish</i> .....	44
Gambar 3.11. Alat Uji Komposisi Kimia Spektrometer .....	45
Gambar 3.12. Alat Uji Struktur Mikro .....	47
Gambar 3.13. Alat Uji Impak .....	48
Gambar 3.14. Alat Uji Tarik Universal Testing Machine (a) dan Ploter (b) .....	50
Gambar 3.15. Alat Uji Kekerasan .....	51
Gambar 3.16. Pembebanan Pada Alat Uji Kekerasan.....	52
Gambar 3.17. Sampel Spesimen Uji Komposisi Kimia Dan Struktur Mikro .....	53

Gambar 3.18. Ukuran Spesimen Uji Impak <i>Charpy</i> (JIS Z 2202, 1981, No. 4). .....	53
Gambar 3.19. Sampel Spesimen Uji Impak <i>Charpy</i> (JIS Z 2202, 1981). .....	54
Gambar 3.20. Ukuran Spesimen Uji Tarik (JIS Z 2201, 1981, No. 7) ...	54
Gambar 3.21. Sampel Spesimen Uji Tarik (JIS Z 22001, 1981, No. 7) .....	54
Gambar 3.22. Sampel Spesimen Uji Kekerasan <i>Vickers</i> .....	54
Gambar 3.23. Grafik Proses Perlakuan Panas .....	58
Gambar 4.1. Foto Struktur Mikro <i>Raw Material</i> Pembesaran 100x ....	63
Gambar 4.2. Foto Struktur Mikro <i>Solution Heat Treatment</i> 450°C 1 Jam, <i>Quenching</i> dan <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam Pembesaran 100x .....	63
Gambar 4.3. Foto Struktur Mikro <i>Solution Heat Treatment</i> 450°C 2 Jam, <i>Quenching</i> dan <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam Pembesaran 100x .....	64
Gambar 4.4. Foto Struktur Mikro <i>Solution Heat Treatment</i> 450°C 3 Jam, <i>Quenching</i> dan <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam Pembesaran 100x .....	64
Gambar 4.5. Histogram Hasil Uji Impak Antara <i>Raw Material</i> Dan Perlakuan Panas Pelarutan ( <i>Solution Heat Treatment</i> ) 450°C Waktu Tahan 1 Jam, 2 Jam Dan 3 Jam, <i>Quenching</i> , <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam .....	67
Gambar 4.6. Histogram Hasil Uji Tarik Antara <i>Raw Material</i> Dan Perlakuan Panas Pelarutan ( <i>Solution Heat Treatment</i> ) 450°C Waktu Tahan 1 Jam, 2 Jam Dan 3 Jam, <i>Quenching</i> , <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam .....	69
Gambar 4.7. Histogram Hasil Uji Kekerasan Antara <i>Raw Material</i> Dan Perlakuan Panas Pelarutan ( <i>Solution Heat Treatment</i> ) 450°C Waktu Tahan 1 Jam, 2 Jam Dan 3 Jam, <i>Quenching</i> , <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam .....	72

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat – Sifat Aluminium .....	11
Tabel 2.2. Batas Kelarutan Spesifik elemen Penting Paduan Aluminium .....	12
Tabel 2.3. Klasifikasi Paduan Aluminium .....	15
Tabel 3.1. Jumlah Spesimen .....	55
Tabel 4.1. Data Hasil Uji Komposisi Kimia .....	61
Tabel 4.2. Data Hasil Uji Impak <i>Charpy</i> .....	66
Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian Tarik .....	68
Tabel 4.4. Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> .....	71

## DAFTAR SIMBOL

$\alpha$	= sudut ayunan sebelum menabrak benda uji	( $^{\circ}$ )
$\beta$	= sudut ayunan sisa setelah mematahkan benda uji	( $^{\circ}$ )
$\varepsilon$	= regangan	(%)
$\sigma$	= kekuatan tarik	(MPa)
$A_0$	= luas penampang	(mm <sup>2</sup> )
$D$	= Diameter <i>penetrator</i>	(mm)
$d$	= Diagonal bekas injakan <i>penetrator</i>	(mm)
$E_{serap}$	= energi serap	(MPa)
$F$	= beban indenter pada kekerasan Vickers	(kgf)
$g$	= percepatan gravitasi	(m/s <sup>2</sup> )
HB	= Harga kekerasan <i>Brinell</i>	(HBN)
HI	= kekuatan / harga <i>impact</i>	(Joule/mm <sup>2</sup> )
$\Delta L$	= deformasi / perpanjangan pada spesimen tarik	(mm)
$L_0$	= panjang mula-mula	(mm)
$L_1$	= panjang sesaat sebelum patah	(mm)
$m$	= massa / beban palu	(kg)
$P$	= Beban penekanan <i>penetrator</i>	(kg)
$P_{maks}$	= beban tarik	(N)
$R$	= panjang lengan ayun	(m)