

TUGAS AKHIR

**Analisa Pengaruh Penambahan Tembaga (Cu)  
Dengan Variasi (1%, 2%, 3%) Pada Paduan  
Aluminium Silikon (Al-Si) Terhadap Sifat  
Fisis dan Mekanis**



Tugas Akhir ini disusun Guna Memenuhi Sebagian Syarat Memperoleh  
Derajat Sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun :

**DHANY SURYA IRAWAN**

**NIM : D 200 060 089**

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

**Juli 2011**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul: “ **Analisa Pengaruh Penambahan Tembaga (Cu) Dengan Variasi (1%, 2%, 3%) Pada Paduan Aluminium Silikon (Al-Si) 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, 28 juni 2011

Yang menyatakan,

**Dhany Surya Irawan**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “ **Analisa Pengaruh Penambahan Tembaga (Cu) Dengan Variasi (1%, 2%, 3%) Pada Paduan Aluminium Silikon (Al-Si) 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 : **DHANY SURYA IRAWAN**

NIM : **D 200 060 089**

Disetujui pada

Tanggal :

Hari :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Masyrukan, MT

Ir. Bibit Sugito, MT

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “ **Analisa Pengaruh Penambahan Tembaga (Cu) Dengan Variasi (1%, 2%, 3%) Pada Paduan Aluminium Silikon (Al-Si) 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 : **DHANY SURYA IRAWAN**

NIM : **D 200 060 089**

Disahkan pada

Hari :

Tanggal :

### **Tim Penguji :**

Ketua : Ir. Masyrukan, MT ( )

Anggota 1 : Ir. Bibit Sugito, MT ( )

Anggota 2 : Muh. Alfatih H, ST, MT ( )

Dekan

Ketua Jurusan

Ir. Agus Riyanto, MT

Ir. Sartono Putro, MT

## LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Nomor 143/A.3-II/TM/TA/V/2011. Tanggal 06 Mei 2011

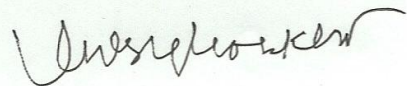
dengan ini :

Nama Masyrukan, Ir, MT.  
Pangkat/Jabatan Lektor  
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua \*)  
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama Dhany Surya Irawan  
Nomor Induk D 200 060 089  
NIRM - :  
Jurusan/Semester Teknik Mesin / Akhir  
Judul/Topik ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN Cu (TEMBAGA) DENGAN VARIASI (1%, 2%,  
Rincian Soal/Tugas 3%) PADA PADUAN Al-Si (ALUMINIUM SILIKON) TERHADAP SIFAT FISIS DAN  
MEKANIS

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, .....  
06 Mei 2011.  
Pembimbing



Masyrukan, Ir, MT.

Cc. : Bibit Sugito, Ir, MT

Lektor Kepala

Keterangan :

\*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk Kajur

2. Warna kuning untuk Pembimbing I

3. Warna merah untuk Pembimbing II

## MOTTO

“Man Jadda Wajada” barang siapa bersungguh-sungguh pasti dia akan mendapatkan (Ahmad Fuadi, *Negeri 5 Menara*)

“Hidup hemat dan bekerja keras” ( etnis *Thiong Hoa*)

“Sukses itu adalah pilihan, bukan sebuah kebetulan” (Mario Teguh)



## PERSEMBAHAN

*Karya ini kupersembahkan kepada :*

- 1. Ibu, Bapak dan alm Suharno terima kasih atas segalanya*
- 2. Keluarga besar bani Sabikin*
- 3. Semua insan yang membaca karya ini*

# **Analisa Pengaruh Penambahan Tembaga (Cu) Dengan Variasi (1%, 2%, 3%) Pada Paduan Aluminium Silikon (Al-Si) Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis**

**Dhany Surya Irawan, Masryukan, Bibit Sugito**  
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura  
Email : [dhani\\_tech88@yahoo.com](mailto:dhani_tech88@yahoo.com)

## **ABSTRAKS**

*Pembuatan aluminium paduan merupakan salah satu solusi untuk mengurangi kelemahan material aluminium murni. Sebagai tambahan terhadap kekuatan mekaniknya akan sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn dan Zn. Adapun untuk memperbaiki sifat aluminium diberikan perlakuan panas (heat treatment).*

*Penelitian ini diawali dengan pengecoran bahan Al-Si variasi Cu 1%, 2%, 3% kemudian pembuatan spesimen dengan standar uji JIS 1981. Z 2202, No.4 untuk uji impak charpy dan JIS 1981. Z 2201, No.7 untuk uji tarik. Kemudian specimen dikenai dua perlakuan, pertama penuaan alamiah (natural aging) dan perlakuan panas (heat treatment). Pada perlakuan panas specimen 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 di kenai penuaan buatan (artificial aging) 125°C dengan waktu tahan 1 jam. Pengujian meliputi uji komposisi kimia, struktur mikro, uji impak, uji tarik dan uji kekerasan.*

*Hasil penelitian uji komposisi kimia Al-Si penambahan Cu 1% unsur (Al) 98,65%, (Si) 0,30% dan (Cu) 0,3090%. Pada Al-Si penambahan Cu 2% unsur (Al) 97,92%, (Si) 0,40% dan (Cu) 0,9350%. Pada Al-Si penambahan Cu 3% unsur (Al) 96,16%, (Si) 1,00% dan (Cu) 1,9290%. Hasil uji impak diketahui bahwa semakin banyak kadar penambahan Cu ke paduan Al-Si semakin rendah harga impaknya. Kemudian pada material yang mengalami proses heat treatment harga impaknya meningkat dan semakin lama waktu tahan pada proses heat treatment harga impaknya semakin meningkat. Hasil uji tarik diketahui bahwa semakin banyak penambahan Cu ke paduan Al-Si kekuatan tariknya meningkat. Kemudian material yang mengalami proses heat treatment kekuatan tariknya semakin meningkat dan semakin lama waktu tahan pada proses heat treatment kekuatan tariknya semakin meningkat lagi. Hasil uji kekerasan diketahui bahwa semakin banyak penambahan Cu ke paduan Al-Si kekerasan meningkat. Kemudian material yang mengalami proses heat treatment kekerasannya semakin meningkat dan semakin lama waktu tahan pada proses heat treatment kekerasannya semakin meningkat lagi.*

**Kata kunci : Penambahan Cu, Solution heat treatment, Artificial aging**



## 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 Pengaruh Penambahan Tembaga (Cu) Dengan Variasi (1%, 2%, 3%) Pada Paduan Aluminium Silikon (Al-Si) 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. Ir. Agus Riyanto, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ir. Sartono Putro, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Ir. Masyrukan, MT., selaku Pembimbing Utama yang telah banyak memberikan ilmu dan arahan serta bimbingannya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ir. Bibit Sugito, MT., selaku Pembimbing Pendamping terima kasih atas pembelajaran yang singkat selama ini.
5. Nur Aklis, ST., selaku Pembimbing Akademik penulis.
6. Ibu, Bapak dan alm. Suharno terima kasih atas segalanya.
7. Ayu, yang selalu memberikan inspirasi dan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Rekan-rekan Teknik Mesin angkatan '06 dan teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih atas bantuannya selama ini, semoga kalian sukses selalu.

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, 25 Juli 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul.....	i
Pernyataan Keaslian Skripsi .....	ii
Halaman Persetujuan .....	iii
Halaman Pengesahan .....	iv
Lembar Soal Tugas Akhir .....	v
Motto.....	vi
Persembahan.....	vii
Abstraks.....	viii
Kata Pengantar .....	ix
Daftar Isi .....	xi
Daftar Gambar .....	xiv
Daftar Tabel .....	xvi
Daftar Lampiran .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penelitian .....	5
1.5. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Tinjauan Pustaka .....	7
2.2. Dasar Teori .....	9
2.2.1. Aluminium .....	9
2.2.2. Paduan Aluminium .....	10
2.2.3. Diagram Fasa Sebagai Dasar Metalografi.....	14
2.2.4. Klasifikasi Aluminium Paduan .....	17
2.2.5. Perlakuan Panas Pada Aluminium .....	23

2.2.6 Skema Proses Perlakuan Panas .....	26
2.3. Pengujian Sifat Fisis Dan Mekanis .....	27
2.3.1. Pengujian Komposisi Kimia .....	27
2.3.2. Pengujian Struktur Mikro .....	28
2.3.3. Pengujian Impak .....	30
2.3.4. Pengujian Tarik .....	32
2.3.5 Pengujian Kekerasan .....	37

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian .....	42
3.2. Material Bahan .....	43
3.3. Peralatan Penelitian .....	44
3.3.1. Peralatan Proses Pengecoran .....	44
3.3.2. Peralatan Proses Perlakuan Panas .....	47
3.4. Instalasi Pengujian .....	48
3.4.1 Pengujian Komposisi Kimia .....	48
3.4.2 Pengujian Struktur Mikro .....	50
3.4.3 Pengujian Impak .....	51
3.4.4 Pengujian Tarik .....	53
3.4.5 Pengujian Kekerasan .....	55
3.5 Sampel Specimen .....	57
3.5.1 Specimen Uji Komposisi Kimia Dan Struktur Mikro	58
3.5.2 Specimen Uji Impak .....	58
3.5.3 Specimen Uji Tarik .....	59
3.5.4 Specimen Uji Kekerasan .....	60
3.5.5 Jumlah Specimen .....	60
3.6 Pelaksanaan Penelitian .....	61
3.6.1 Studi Teori .....	61
3.6.2 Persiapan Material .....	61
3.6.3 Pengecoran Dan Pembentukan Specimen .....	62
3.6.4 Proses Perlakuan Panas ( <i>Heat Treatment</i> ) .....	62
3.6.5 Proses Pengujian Material .....	64

## BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Komposisi Kimia .....	65
4.1.1. Data Hasil Pengujian Komposisi Kimia .....	65
4.1.2. Pembahasan Hasil Pengujian Komposisi Kimia ....	66
4.2. Pengujian Struktur Mikro .....	67
4.2.1. Data Hasil Pengujian Struktur Mikro.....	67
4.2.2. Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro .....	68
4.3. Pengujian Impak .....	70
4.3.1. Data Hasil Pengujian Impak <i>Charpy</i> .....	70
4.3.2. Pembahasan Hasil Pengujian Impak <i>Charpy</i> .....	71
4.4. Pengujian Tarik .....	73
4.4.1. Data Hasil Uji Tarik .....	73
4.4.2. Pembahasan Hasil Pengujian Tarik .....	74
4.3. Pengujian Kekerasan .....	76
4.3.1. Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> .....	76
4.3.2. Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> ..	77

## BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan .....	79
5.2. Saran.....	80

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Diagram Fasa Larut Sempurna dan titik eutektik .....	15
Gambar 2.2.	Diagram Fasa Al-Cu .....	18
Gambar 2.3.	Diagram Fasa Al-Si.....	20
Gambar 2.4.	Diagram Fasa Al-Zn .....	21
Gambar 2.5.	Diagram Fasa Al-Mg .....	22
Gambar 2.6.	Skema Perlakuan Panas Pada Aluminium .....	27
Gambar 2.7.	Proses Pengamatan Pada Mikroskop.....	29
Gambar 2.8.	Pengujian Impak .....	31
Gambar 2.9.	Garis Lengkung Tegangan Regangan .....	33
Gambar 2.10.	Metode Pengujian Kekerasan .....	38
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian .....	42
Gambar 3.2.	Aluminium, Silikon dan Tembaga .....	43
Gambar 3.3.	Tungku .....	44
Gambar 3.4.	Blower .....	45
Gambar 3.5.	Arang Kayu dan Kokas .....	45
Gambar 3.6.	Cetakan Pasir .....	46
Gambar 3.7.	Dapur Pemanas .....	47
Gambar 3.8.	Bak Air .....	48
Gambar 3.9.	Catut.....	48
Gambar 3.10.	Spektrometer .....	49
Gambar 3.11.	Mikroskop dan <i>Optilap Viewer</i> .....	51
Gambar 3.12.	Alat Uji Impak .....	52
Gambar 3.13.	Alat Uji Tarik (lab. Teknik Mesin UGM) .....	54
Gambar 3.14.	Alat Uji Tarik (lab. Teknik Mesin UNS).....	56
Gambar 3.15.	Alat Uji Kekerasan .....	56
Gambar 3.16.	Pembebanan Pada Alat Uji Kekerasan .....	57
Gambar 3.17.	Sampel Specimen Uji Komposisi Kimia Dan Struktur Mikro .....	57
Gambar 3.18.	Ukuran Specimen Uji Impak <i>Charpy</i> (JIS 1981. Z 2202, No.4) .....	58

Gambar 3.19. Sampel Specimen Uji Impak <i>Charpy</i> (JIS 1981. Z 2202, No.4) .....	59
Gambar 3.20. Ukuran Specimen Uji Tarik (JIS 1981. Z 2201, No.7) .....	59
Gambar 3.21. Sampel Specimen Uji Tarik (JIS 1981. Z 2201, No.7) ....	59
Gambar 3.22. Sampel Specimen Uji Kekerasan <i>Vickers</i> .....	60
Gambar 3.23. Grafik Proses Perlakuan Panas ( <i>Heat Treatment</i> ) .....	64
Gambar 4.1. Foto Struktur Mikro <i>Raw Material</i> Pembesaran 100x ....	67
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 .....	67
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 .....	68
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 .....	68
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 .....	71
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 .....	74
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 .....	77

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Batas Kelarutan Specifik Elemen Penting Paduan aluminium .....	16
Tabel 2.2. Klasifikasi Paduan Aluminium .....	17
Tabel 3.1. Jumlah Specimen.....	61
Tabel 4.1. Data Hasil Pengujian Komposisi Kimia .....	65
Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Impak <i>Charpy</i> .....	70
Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian Tarik .....	73
Tabel 4.4. Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> .....	76



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel unsur periodik
- Lampiran 2. Tabel sifat-sifat mekanik
- Lampiran 3. Tabel metode pengujian komposisi kimia
- Lampiran 4. Tabel metode pengujian kekerasan
- Lampiran 5. Tabel komposisi kimia penambahan Cu 1%
- Lampiran 6. Tabel komposisi kimia penambahan Cu 2%
- Lampiran 7. Tabel komposisi kimia penambahan Cu 3%
- Lampiran 8. Grafik uji tarik heat treatment 1 jam (Cu 1%)
- Lampiran 9. Grafik uji tarik heat treatment 1 jam (Cu 1%)
- Lampiran 10. Grafik uji tarik heat treatment 1 jam (Cu 2%)
- Lampiran 11. Grafik uji tarik heat treatment 1 jam (Cu 2%)
- Lampiran 12. Grafik uji tarik heat treatment 1 jam (Cu 3%)
- Lampiran 13. Grafik uji tarik heat treatment 1 jam (Cu 3%)
- Lampiran 14. Grafik uji tarik heat treatment 2 jam (Cu 1%)
- Lampiran 15. Grafik uji tarik heat treatment 2 jam (Cu 1%)
- Lampiran 16. Grafik uji tarik heat treatment 2 jam (Cu 2%)
- Lampiran 17. Grafik uji tarik heat treatment 2 jam (Cu 2%)
- Lampiran 18. Grafik uji tarik heat treatment 2 jam (Cu 3%)
- Lampiran 19. Grafik uji tarik heat treatment 2 jam (Cu 3%)
- Lampiran 20. Grafik uji tarik heat treatment 3 jam (Cu 1%)
- Lampiran 21. Grafik uji tarik heat treatment 3 jam (Cu 1%)
- Lampiran 22. Grafik uji tarik heat treatment 3 jam (Cu 2%)

Lampiran 23. Grafik uji tarik heat treatment 3 jam (Cu 2%)

Lampiran 24. Grafik uji tarik heat treatment 3 jam (Cu 3%)

Lampiran 25. Grafik uji tarik heat treatment 3 jam (Cu 3%)

Lampiran 26. Grafik uji tarik raw material (Cu 1%)

Lampiran 27. Grafik uji tarik raw material (Cu 2%)

Lampiran 28. Grafik uji tarik raw material (Cu 2%)

Lampiran 29. Grafik uji tarik raw material (Cu 3%)

Lampiran 30. Standar uji tarik JIS 1981 Z 2201 No.7

Lampiran 31. Standar uji impak JIS 1981 Z 2202 No.4