

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**  
**MATERIAL ASTM A36 PADA PROSES PENGELASAN SMAW**  
**MENGGUNAKAN VARIASI ARUS LISTRIK DAN**  
**KECEPATAN PENGELASAN**

Diajukan Guna Melengkapi Sebagian Syarat  
Dalam Mencapai Gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

Nama : Azwar Adi Muharam

NIM : 41312320015

Program Studi : Teknik Mesin

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**BEKASI**

**2017**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Azwar Adi Muharam

NIM : 41312320015

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknologi Industri

Judul Tugas Akhir : Analisa Kekerasan dan Struktur Mikro Material ASTM

A36 Pada Proses Pengelasan SMAW Menggunakan Variasi

Arus Listrik dan Kecepatan Pengelasan

Dengan ini menyatakan bahwa sesungguhnya hasil penulisan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya dari orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Azwar Adi Muharam

# LEMBAR PENGESAHAN

## Analisa Kekerasan dan Struktur Mikro Material ASTM A36 Pada Proses Pengelasan SMAW Menggunakan Variasi Arus Listrik dan Kecepatan Pengelasan

Disusun oleh :

Nama : Azwar Adi Muharam

NIM : 41312320015

Program Studi : Teknik Mesin

Pembimbing,

  
UNIVERSITAS

( Hadi Pranoto, ST. MT )

NIDN. 302077304

MERCUBUANA

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir/Sekretaris Program Studi



( Bethriza Hanum, ST. MT )

NIDN. 0401018207

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia – Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Kekerasan dan Struktur Mikro Material ASTM A36 Pada Proses Pengelasan SMAW Menggunakan Variasi Arus Listrik dan Kecepatan Pengelasan”. Penulisan Tugas Akhir ini disusun sebagai persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Sarjana Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Aris Setyanto Nugroho, MM selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta.
2. Bapak Dr. Danto Sukmajati selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Bapak Sagir Alfa, S.Si, M.Sc, Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Ibu Bethriza Hanum, ST. MT selaku kordinator tugas akhir dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Univeritas Mercubuana Bekasi.
5. Bapak Hadi Pranoto, ST. MT. selaku Dosen Pembimbing yang selalu meluangkan waktu serta pikiran untuk membimbing serta mengarahkan penulis selama penyusunan tugas akhir ini.

6. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknologi Industri, khususnya di Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, yang telah memberikan ilmunya dalam menjalani perkuliahan dan memberikan semangat sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
7. Ibu dan kakak tercinta atas doa, perhatian, bantuan dan nasehatnya.
8. Mutia Mega Wijaya Si.Kom. yang selalu mendukung, memberi masukan, perhatian dan selalu menemani.
9. Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, khususnya angkatan 2012 yang selalu berjuang bersama.

Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu yang sudah memberikan motivasi, dorongan semangat dan membantu untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan karunia – Nya atas segala kebaikan yang telah diberikan. Sangat disadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan pada tugas akhir ini, oleh karena itu, penulis mengaharpkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca dalam penyempurnaan tugas akhir ini dan pengembangan analisis menjadi lebih baik. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan mahasiswa teknik mesin dan industry pada umumnya.

Bekasi, Januari 2017

Azwar Adi Muhara

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pernyataan.....	ii
Halaman Pengesahan .....	iii
Abstrak .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vii
Daftar Tabel .....	x
Daftar Gambar.....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Metodologi penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Pengelasan.....	6
2.1.1 <i>Shielded Metal Arc Welding</i> (SMAW) .....	7
2.1.2 Kelebihan <i>Shielded Metal Arc Welding</i> (SMAW) .....	8
2.1.3 Kelemahan <i>Shielded Metal Arc Welding</i> (SMAW) .....	9
2.2. Prinsip Las Listrik.....	10
2.2.1 Las Listrik Dengan Elektroda Karbon .....	12
2.2.1 Las Listrik Dengan Ekkroda Berselaput ( SMAW ).....	12
2.3. Arus Listrik .....	13
2.3.1 Arus Searah (DC).....	13

2.3.2 Arus Bolak-Balik (AC).....	13
2.3.3 Pengkutuban Elektroda.....	14
2.4. Elektroda.....	16
2.4.1 Elektroda Berselaput.....	16
2.4.2 Klasifikasi Elektroda.....	17
2.4.2 Elektroda Baja Lunak.....	18
2.4.2 Elektroda AWS E6013.....	18
2.5. Jenis Kampuh.....	20
2.6 Besarnya Arus Listrik.....	21
2.7 Pengaruh Besar Arus.....	24
2.8 Struktur Mikro Daerah Las-lasan.....	25
2.9 Pengertian Baja.....	28
2.9.1 Klasifikasi Baja.....	29
2.9.2 Struktur Mikro Baja.....	30
2.10 Pengujian Kekerasan.....	33
2.10.1 Metode <i>Rockwell</i> .....	33
2.10.2 Metode <i>Brinell</i> .....	35
2.10.3 Metode <i>Vickers</i> .....	37
2.11 Material Plat ASTM A36.....	38
2.12 <i>State of The Art (SOTA)</i> .....	40

### BAB III METEDOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu Dan Tempat Pegujian Penelitian.....	43
3.2. Waktu Pembuatan.....	43
3.3 Tahapan Analisa.....	45
3.4 Variabel Penelitian.....	46
3.5 Persiapan Alat Dan Bahan.....	46
3.5.1 Bahan/Material.....	46
3.5.2 Alat yang Digunakan.....	47
3.6 Prosedur Percobaan.....	48
3.6.1 Pembuatan Kampuh.....	48
3.6.2 Proses Permesinan.....	49

3.6.3 Proses Pengelasan Benda .....	50
3.6.4 Langkah-Langkah Pengujian .....	51
3.6.5 Foto Struktur Mikro .....	52
3.6.6 Prosedur Pengukuran .....	53
3.6.3 Prosedur Teknik Analisa Data .....	53

#### BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN DATA

4.1. Pendahuluan .....	54
4.1.1 Menentukan Nilai Masukan Panas ( <i>Heat Input</i> ).....	54
4.2 Pengujian Kekerasan .....	58
4.2.1 Angka kekerasan Baja A36.....	59
4.2.1 Hasil rata-rata Uji kekerasan.....	67
4.3 Hasil Pengujian Foto Struktur Mikro.....	72
4.3.1 Hasil Pemotretan Pembesaran 100X dan 200X.....	73

#### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan .....	80
5.2.Saran .....	81

Daftar Pustaka

Lampiran

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Efisiensi proses Pengelasan.....	11
Tabel 2.2 Spesifikasi Elektroda Terbungkus dari Baja Lunak.....	17
Tabel 2.3 Spesifikasi Arus Menurut Diameter Elektroda .....	18
Tabel 2.4 Skala pengujian <i>Rockwell</i> .....	34
Tabel 2.5 <i>Rockwell</i> superficial .....	34
Tabel 2.6 Unsur ASTM A36 .....	39
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	44
Tabel 3.2 Jadwal Penelitian.....	51
Tabel 4.1 Tabel Parameter kecepatan pengelasan.....	54
Tabel 4.2 Tabel pengambilan waktu pengelasan 100 A .....	55
Tabel 4.3 Tabel pengambilan waktu pengelasan 100 A .....	56
Tabel 4.4 Tabel pengambilan waktu pengelasan 110 A .....	56
Tabel 4.5 Hasil Uji Kekerasan Vickers.....	58
Tabel 4.6 Rata-rata Kekerasan Spesimen pada arus 90 A .....	66
Tabel 4.7 Rata-rata Kekerasan Spesimen pada arus 100 A .....	66
Tabel 4.7 Rata-rata Kekerasan Spesimen pada arus 110 A .....	67
Tabel 4.5 Hasil rata – rata nilai kekerasan .....	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Proses Pengelasan SMAW .....	7
Gambar 2.2 Mesin las SMAW .....	8
Gambar 2.3 Proses pengelasan busur logam terbungkus .....	12
Gambar 2.4 Arus Searah (DC) .....	13
Gambar 2.5 Arus Bolak-Balik (AC) .....	14
Gambar 2.6 Pengkutuban Langsung .....	14
Gambar 2.7 Pengkutuban Terbalik .....	15
Gambar 2.8 Pangaruh Pengkutuban Pada Hasil Las .....	15
Gambar 2.9 Elektroda Terbungkus .....	20
Gambar 2.10 Kampuh terbuka .....	21
Gambar 2.11 Menyalakan Busur .....	22
Gambar 2.12 Pengaruh kecepatan las terhadap hasil las .....	24
Gambar 2.13 Arah pembekuan dari logam las .....	25
Gambar 2.14 Transformasi fasa pada logam hasil pengelasan .....	28
Gambar 2.15 Perubahan sifat fisis pada sambungan las cair .....	28
Gambar 2.16 Metode pengujian kekerasan <i>Rockwell</i> (William D. Callister. Jr) .....	35
Gambar 2.17 Metode pengujian kekerasan <i>Brinell</i> (William D. Callister. Jr) .....	37
Gambar 2.18 Metode pengujian kekerasan <i>Vickers</i> (William D. Callister. Jr) .....	38
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	42
Gambar 3.2 Benda Uji .....	47
Gambar 3.3 Proses pembuatan kampuh .....	48

Gambar 4.1 Titik Uji Kekerasan Pada Sambungan las SMAW pada material ASTM A36 .....	67
Gambar 4.2 Grafik nilai kekerasan pada variasi arus 90 Ampere .....	68
Gambar 4.3 Grafik nilai kekerasan pada variasi arus 100 Ampere.....	69
Gambar 4.4 Grafik nilai kekerasan pada variasi arus 110 Ampere .....	69
Gambar 4.5 Grafik Nilai Kekerasan Arus Pengelasan.....	21
Gambar 4.6 Foto Mikro HAZ dengan arus 90 ampere pembesaran 100 X dan 200X .....	73
Gambar 4.7 Foto Mikro HAZ dengan arus 100 ampere pembesaran 100 X dan 200X .....	74
Gambar 4.8 Foto Mikro HAZ dengan arus 110 ampere pembesaran 100 X dan 200X .....	75

