

**ANALISIS PENGARUH VARIASI ARUS PADA
PENGELASAN SMAW MATERIAL ASTM A36 TERHADAP
KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar
sarjana teknik Program Pendidikan Strata Satu



Oleh:

ILHAM DWI PANGGA

41187001180001

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM "45"

BEKASI

2022

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH VARIASI ARUS PADA PENGELASAN
SMAW MATERIAL ASTM A36 TERHADAP KEKERASAN
DAN STRUKTUR MIKRO**

Dipersiapkan dan disusun oleh

ILHAM DWI PANGGA

41187001180001

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 28 juli 2022

Disetujui oleh

Pembimbing I



Ahsan, S.Pd., M.T.

45502012018051

Pembimbing II



Ahmad Maulana, S.T., M.T.

45401012016001

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana

Bekasi, 28 Juli 2022

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



R. Hengki Rahmanto, S.T., M. Eng.

45101032013007

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

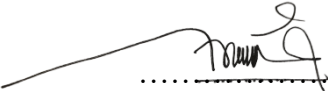

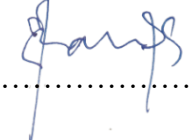
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian Skripsi sebagai
jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam “45” Bekasi

ANALISIS PENGARUH VARIASI ARUS PADA PENGELASAN SMAW MATERIAL ASTM A36 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

Nama : Ilham Dwi Pangga
NPM : 41187001180001
Program Studi : Mesin S-1
Fakultas : Teknik

Bekasi, 28 Juli 2022

Tim Penguji

Nama	Tanda Tangan
1. Taufiqur Rokhman, S.T., M.T. 45101022008001	
2. Paridawati, S.T., M.T. 45114082009024	
3. Aep Surahito, S.T., M.T. 45114082009025	

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Ilham Dwi Pangga
NPM : 41187001180001
Program Studi : Teknik Mesin S1
Fakultas : Teknik
E-mail : ilhamdwipangga18@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian saya yang berjudul “ANALISIS PENGARUH VARIASI ARUS PADA PENGELASAN SMAW MATERIAL ASTM A36 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO” bebas dari plagiatisme. Rujukan penulisan sudah sesuai dengan teknik penulisan karya ilmiah yang berlaku umum.

Bekasi, 28 Juli 2022

Yang membuat pernyataan



(Ilham Dwi Pangga)

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari satu urusan) tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain) dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap

Lebih baik sakit hari ini, tapi tidak untuk seterusnya

Pembelajaran hidup paling berharga adalah pengalaman yang pernah kita rasakan

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini dipersembahkan kepada:

- Allah SWT, hanya kepada-Mu aku menyembah dan hanya kepada-Mu aku berserah diri memohon pertolongan dan ketabahan dalam hidupku.
- Kedua orang tua yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan dan doa yang tidak henti-hentinya kepadaku.
- Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2018.
- Almamaterku.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ANALISIS PENGARUH VARIASI ARUS PADA PENGELASAN SMAW MATERIAL ASTM A36 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO”. Skripsi ini merupakan syarat dalam menyelesaikan Program Sarjana (S-1) Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam “45” Bekasi.

Atas terselesaikannya skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu **Dwi Herawati** dan Bapak **Sartono** selaku kedua orang tua penulis yang telah membesarkan, membantu baik materil maupun moril dan mendoakan hingga tugas akhir ini selesai;
2. Bapak **Ahsan, S.Pd., M.T.** selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan, semangat dan pandangan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik;
3. Bapak **Ahmad Maulana, S.T., M.T.** selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, semangat dan pandangan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik;
4. Bapak **R. Hengki Rahmanto, S.T., M. Eng.** selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S1 yang telah memberikan ketegasan dalam menjalankan program program yang baik dilingkungan kampus Universitas Islam “45” Bekasi;
5. Bapak **H. Sugeng, S.T., M.T.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam “45” Bekasi;
6. Ibu **Fatimah Dian Ekawati, S.T., M.T.** selaku pembimbing akademik atas bimbingannya selama menempuh Pendidikan di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam “45” Bekasi;

7. Bapak **Muhamad Ichwan, S.T.** selaku penguji material Lab PT Menara Terus Makmur;
8. Bapak **Adi Mardianto** selaku Welder PT Basuki Pratama Engineering;
9. Bapak **Supriyono** selaku Welder PT Basuki Pratama Engineering;
10. **Salsabila D. Artiananda** selaku pasangan yang mendampingi perjuangan hingga akhir masa hidup;
11. Seluruh rekan-rekan seperjuangan Teknik Mesin Universitas Islam “45” Bekasi yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu atas semangat dan dukungannya.

Penulis berharap semoga Skripsi ini dapat menjadi bahan informasi yang bermanfaat dan menjadi salah satu bahan rujukan bagi para pembaca. Selain itu, dapat mendukung tercapainya tujuan pembelajaran di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam “45” Bekasi.

Pada penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun dari berbagai pihak akan sangat diterima. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bekasi, 28 Juli 2022



Ilham Dwi Pangga

ABSTRAK

Dalam membuat Furnace atau tungku material yang digunakan adalah ASTM A36. Saat pengelasan resiko terjadinya *crack* atau pecah sangat besar sehingga berdampak pada perubahan sifat mekanik Material ASTM A36, oleh karenanya. Analisis Pengaruh Variasi Arus Pada Pengelasan SMAW Material ASTM A36 Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro yang *crack* atau pecah sambungan las diperlukan agar kita lebih paham dalam hal menanggulangi pada saat pemasangan Furnace menjadi satu rangkaian kesatuan yang menggunakan material ASTM A36. Dari penelitian pengelasan dengan membandingkan sambungan las material ASTM A36 yang dilas dengan pengelasan menggunakan arus 80, 90 dan 100 Ampere, filler E 6013 berdiameter 2,6 mm kemudian dilakukan pengujian *hardness test*, dan *metallography*. Penelitian yang telah dilakukan pada eksperimen pengelasan material ASTM A36 dengan ampere 80 didapatkan nilai hasil kekerasan pada Base Metal sebesar 13,27 HRC, HAZ sebesar 17,21 HRC dan pada Weld Metal sebesar 20,21 HRC sedangkan dengan ampere 90 didapatkan nilai kekerasan pada Base Metal sebesar 13,43 HRC, HAZ sebesar 14,77 HRC dan pada Weld Metal sebesar 18,78 HRC. Sementara dengan ampere 100 didapatkan kekerasan pada Base Metal sebesar 16,34 HRC, pada HAZ sebesar 18,76 HRC dan Weld Metal sebesar 21,6 HRC. Untuk struktur mikro dari hasil pengujian *microstructure test* didapat bahwa pada ampere 80 didapatkan cementite dan ferrit, pada ampere 90 didapatkan ferrite dan ledeburite dan ampere 100 terdapat ferrit dan ledeburite semakin besar arus yang digunakan akan menghasilkan struktur mikro porositas yang terjadi lebih sedikit.

Kata Kunci: ASTM A36, SMAW, Variasi Arus, *Hardness Test*, dan *Metallography*.

ABSTRACT

In making a furnace, the material used is ASTM A36. When welding the risk of cracking or breaking is very large so that it has an impact on changes in the mechanical properties of ASTM A36 material, therefore. Analysis of the Effect of Current Variations on SMAW Welding ASTM A36 Materials on Hardness and Microstructures that crack or break welded joints is needed so that we understand better in terms of tackling when installing Furnaces into a single unit using ASTM A36 material. From welding research by comparing welded joints of ASTM A36 material which is welded by welding using a current of 80, 90 and 100 Ampere, filler E 6013 with a diameter of 2.6 mm then hardness test and metallography tests are carried out. From the results of research that has been carried out on experimental welding of ASTM A36 material with 80 amperes, the hardness value for Base Metal is 13.27 HRC, HAZ is 17.21 HRC and on Weld Metal is 20.21 HRC, while with 90 amperes the hardness value is obtained. on Base Metal of 13.43 HRC, HAZ of 14.77 HRC and on Weld Metal of 18.78 HRC. Meanwhile, with 100 amperes, the hardness on Base Metal is 16.34 HRC, at HAZ is 18.76 HRC and Weld Metal is 21.6 HRC. 90 amperes obtained ferrite and ledeburite and 100 amperes contained ferrite and ledeburite the greater the current used, the smaller the porosity microstructure.

Keywords: ASTM A36, SMAW, Current Variation, Hardness Test, and Metallography.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB I PENDAHULUAN.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB III METEDOLOGI PENELITIAN.....	4
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	4
BAB V PENUTUP	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengelasan	5

2.1.1	Definisi pengelasan	7
2.1.2	Shielded Metal Arc Welding (SMAW)	7
2.1.3	Posisi Pada Pengelasan	8
2.1.4	Metalurgi Las	9
2.1.5	HAZ (Heat Affected Zone)	10
2.1.6	<i>Weld Metal</i>	10
2.1.7	<i>Base Metal</i>	11
2.1.8	Kodefikasi Elektroda.....	11
2.2	Baja.....	12
2.2.1	Sifat-sifat Baja.....	13
2.3	Klasifikasi Baja Karbon	15
2.4	Baja ASTM A36.....	16
2.4.1	Klasifikasi Baja Karbon ASTM A36	17
2.5	Diagram Fasa Fe ₃ C	17
2.6	Hardness Test	18
2.7	Metode Rockwell	18
2.7.1	Standar Metode Pengujian Rockwell.....	19
2.7.2	Pengujian Kekerasan Menggunakan Rockwell.....	20
2.7.3	Kelebihan dan Kekurangan Pengujian Kekerasan Rockwell.....	21
2.8	Struktur Mikro Las	21
BAB III METEDOLOGI PENELITIAN.....		25
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	25
3.2	Tempat Penelitian.....	26
3.3	Alat dan Bahan	26
3.4	Variable Penelitian	30
3.5	Spesimen Penelitian	31
3.6	Prosedure Penelitian	31
3.7	WPS (<i>Welding Procedure Specification</i>).....	32
3.7.1	Proses Pengelasan	33
3.8	Sifat Mekanik	33
3.8.1	Pengujian Kekerasan.....	35
3.8.2	Uji Struktur Mikro	36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Hasil dan Pembahasan	39
4.1.1 Hasil Pengujian Kekerasan	39
4.2 Hasil Pengujian Struktur Mikro	44
BAB V PENUTUP	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Material Properties ASTM A36.....	34
Tabel 4.1 Hasil Uji Kekerasan Ampere 80	36
Tabel 4.2 Hasil Uji Kekerasan Sample Ampere 90	37
Tabel 4.3 Hasil Uji Kekerasan Sample Ampere 100	38
Tabel 4.4 Hasil Uji Struktur Mikro Daerah <i>Weld Metal</i>	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perkembangan Cara Pengelasan.....	6
Gambar 2.2 Proses Pengelasan SMAW	8
Gambar 2.3 Posisi Pengelasan 1G	8
Gambar 2.4 Posisi Pengelasan 2G	8
Gambar 2.5 Posisi Pengelasan 3G	9
Gambar 2.6 Posisi Pengelasan 4G	9
Gambar 2.7 Bagian-bagian lasan	11
Gambar 2.8 Komposisi Kimia Baja ASTM A36	17
Gambar 2.9 Diagram Fasa.....	18
Gambar 2.10 Indentor Type Ball dan Diamond.....	19
Gambar 2.11 Skala Uji Kekerasan Rockwell.....	20
Gambar 2.12 Prinsip Kerja Rockwell	20
Gambar 2.13 Struktur Mikro Ferrite	22
Gambar 2.14 Struktur Mikro Cementite	23
Gambar 2.15 Struktur Mikro Perlit	23
Gambar 2.16 Struktur Mikro Martensit	24
Gambar 3.1 Diagram Alir	25
Gambar 3.2 Baja Karbon Rendah ASTM A36	26
Gambar 3.3 Mesin Las Krisbow 200A 1PH.	27
Gambar 3.4 Kawat Las Nikko Steel RD-260 E 6013 Diameter 2,6.	27
Gambar 3.5 Kedok Las.	28
Gambar 3.6 Ciping	28
Gambar 3.7 Sarung Tangan Las.....	29
Gambar 3.8 Mesin Gerinda 4 Inc.....	29
Gambar 3.9 Alat Uji Kekerasan Rockwell Hardness Tester.....	30
Gambar 3.10 Alat Uji Struktur Mikro Microscope Metallurgy.	30
Gambar 3.11 Rockwell Hardness Tester.....	35
Gambar 3.12 Alat Microscope Metallurgy	36
Gambar 4.1 Titik Penekanan Pada Sample Uji Kekerasan	39

Gambar 4.2 Grafik Hasil Uji Kekerasan Ampere 80.	40
Gambar 4.3 <i>Grafik Hasil Uji Kekerasan Ampere 90</i>	41
Gambar 4.4 Grafik Hasil Uji Kekerasan Ampere 100.	42
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Variasi Ampere Terhadap Nilai Kekerasan (Rockwell Hardness Tester)	43
Gambar 4.6 Foto Struktur Mikro Ampere 80. Pembesaran 1000x (Lab Metalurgi PT MTM 2022)	44
Gambar 4.7 Foto Struktur Mikro Ampere 90. Pembesaran 1000x (Lab Metalurgi PT MTM 2022)	45
Gambar 4.8 Foto Struktur Mikro Ampere 100. Pembesaran 1000x (Lab Metalurgi PT MTM 2022)	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesimen ASTM A36 setelah dilas	45
Lampiran 1.1 Pengelasan 80 Ampere.....	45
Lampiran 1.2 Pengelasan 90 Ampere.....	46
Lampiran 1.3 Pengelasan 100 Ampere.....	47
Lampiran 2. Pemotongan Spesimen Uji Kekerasan.....	48
Lampiran 2.1 Pemotongan Spesimen 80 Ampere	48
Lampiran 2.2 Pemotongan Spesimen 90 Ampere	48
Lampiran 2.3 Pemotongan Spesimen 100 Ampere	49
Lampiran 3. Pemotongan Spesimen Uji Struktur Mikro	49
Lampiran 3.1 Pemotongan Spesimen Ampere 80 90 dan 100	49
Lampiran 4. Posisi <i>Weld Metal</i> , <i>Heat Affected Zone</i> dan <i>Unaffected Base Metal</i>	50
Lampiran 4.1 Hasil material ASTM A36 yang sudah di las dengan titik <i>Weld Metal</i> , <i>Heat Affected Zone</i> dan <i>Unaffected Base Metal</i>	50
Lampiran 5. Hasil Pengujian Kekerasan dan Struktur Mikro	51
Lampiran 5.1 Hasil Pengujian Kekerasan dan Struktur Mikro 80 Ampere	51
Lampiran 5.2 Hasil Pengujian Kekerasan dan Struktur Mikro 90 Ampere	52
Lampiran 5.3 Hasil Pengujian Kekerasan dan Struktur Mikro 100 Ampere ...	53
Lampiran 6. Sertifikat <i>Welder Performance Qualification</i>	54
Lampiran 6.1 Sertifikat Pengelasan.....	54
Lampiran 7. <i>Welding Procedure Specification</i>	60