

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI ARUS PADA SHIELDED METAL ARC WELDING (SMAW) TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO SAMBUNGAN LAS SS400

Diajukan demi memenuhi salah satu persyaratan mencapai jenjang pendidikan derajat kesarjanaan strata satu (S-1) Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Dan Sains Universitas Nasional

OLEH

NAMA	: DEDY HARDIYANTO
NIM	: 207001446067
PEMINATAN	: KONSTRUKSI MESIN



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
JAKARTA
2022**



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
JAKARTA

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI ARUS PADA SHIELDED METAL ARC WELDING
(SMAW) TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO
SAMBUNGAN LAS SS400**



Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ahmad Zayadi, S.T., M.T

NID.0108140840

Masyhudi, S.T., M.T

NID.0301050723



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
JAKARTA

LEMBAR PERBAIKAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI ARUS PADA *SHELDED METAL ARC WELDING (SMAW)* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO
SAMBUNGAN LAS SS400**



Tugas Akhir ini telah diperbaiki sesuai saran dari Tim Penguji dalam sidang
Tugas Akhir yang dilaksanakan pada tanggal 22 Agustus 2022.

Dosen Penguji I

Asmawi, S.T., M.T.
NID. 0108140840

Dosen penguji II

Fahamsyah L., ST, M Sc. Ph. D
NID. 040022024

Dosen Penguji III

Ir. Ajat Sudrajat, M.T. Ph.D
NID. 040022024



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
JAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI ARUS PADA SHIELDED METAL ARC WELDING
(SMAW) TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO
SAMBUNGAN LAS SS400**



Telah dipertahankan dihadapan Tim Dosen Penguji dalam sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, yang dilaksanakan pada :

Hari : Senin
Tanggal : 22 Agustus 2022

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Basori, S.T., M.T

NID. 0102130822

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : DEDY HARDIYANTO

NIM : 207001446067

PROGRAM STUDI : S-1 TEKNIK MESIN

PEMINATAN : KONSTRUKSI MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang telah saya buat ini dengan judul "**PENGARUH VARIASI ARUS PADA SHIELDED METAL ARC WELDING (SMAW) TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO SAMBUNGAN LAS SS400**" adalah benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip sebagian atau seluruhnya dari karya ilmiah orang lain, kecuali yang sudah disebutkan sumbernya.

Jakarta, 03 Juli 2022

Penulis,



Dedy Hardiyanto

**PENGARUH VARIASI ARUS PADA SHIELDED METAL ARC WELDING
(SMAW) TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO
SAMBUNGAN LAS SS400¹⁾**

DEDY HARDIYANTO²⁾

207001446067

Abstrak,

Pengaruh Variasi Arus Pada Shielded Metal Arc Welding (SMAW) Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Sambungan Las SS400. Parameter pengelasan adalah variabel yang mempengaruhi hasil pengelasan, baik dari sifat mekanik maupun struktur mikro. Jika pemilihan parameter pengelasan kurang tepat maka dapat mengakibatkan terjadinya cacat las dan sifat mekanik hasil pengelasan kurang dari syarat keberterimaan yang ditentukan oleh standar. Variabel yang digunakan untuk menentukan parameter pengelasan adalah kuat arus serta jenis elektroda yang digunakan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh arus dan diameter elektroda AWS A5.1 E6013 pada *shielded metal arc welding* (SMAW) terhadap sifat mekanik dan struktur mikro sambungan las SS400. Kuat arus listrik yang diteliti menggunakan 80 *ampere* dan 120 *ampere* sementara untuk diameter elektroda menggunakan 2,5 mm dan 3,2 mm. Pengujian sambungan pengelasan baja SS400 dilakukan menggunakan pengujian tarik, impak dan struktur mikro. Hasil menunjukkan nilai *Ultimate Tensile Strength* (UTS) tertinggi 443,66 MPa sementara terendah 418,48 MPa, persentase regangan tertinggi 26,0% sementara terendah 21,1%, nilai impak tertinggi 46,85 *Joule* sementara terendah 34,45 *Joule*. Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan pada daerah HAZ didominasi oleh *lath martensite*, *bainit* dan *polygonal ferrite* sementara pada daerah *weld* didominasi oleh *acicular ferrite*, *widmanstätten ferrite*, dan *polygonal ferrite*. Penggunaan variabel elektroda diameter 3,2 mm dengan arus 80 A menghasilkan sifat mekanik terbaik dengan nilai UTS 443,66 Mpa (*equivalent Vickers Hardness* sebesar 135 HV), regangan 26% dan energi terserap 45,65 *Joule*. Hal ini dikarenakan semakin besar diameter elektroda, semakin kecil kuat arus maka laju pendinginan semakin cepat dan pertumbuhan butir logam las semakin kecil sehingga nilai kekerasan, UTS dan regangan sambungan las SS400 semakin meningkat dibandingkan dengan penggunaan variabel elektroda diameter 3,2 mm dengan arus 120 A menghasilkan nilai UTS 437,96 Mpa (*equivalent Vickers Hardness* sebesar 135 HV), regangan 24,1% dan energi terserap 34,45 *Joule*. Hal ini dikarenakan penggunaan kuat arus yang besar, maka laju pendinginan semakin lambat dan pertumbuhan butir logam las semakin besar sehingga nilai kekerasan, UTS dan regangan sambungan las SS400 semakin rendah serta semakin besar persebaran struktur mikro *acicular ferrite* pada daerah *weld*, maka semakin besar kemampuan sambungan las untuk dapat menyerap energi, sehingga nilai impaknya meningkat.

Kata Kunci : Variasi Arus Pengelasan, *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW)

1) Judul Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

2) Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

EFFECT OF CURRENT VARIATIONS ON SHIELDED METAL ARC WELDING (SMAW) ON MECHANICAL PROPERTIES AND MICROSTRUCTURE OF WELDING JOINTS SS400¹⁾

DEDY HARDIYANTO ²⁾

207001446067

Abstract,

Effect of Current Variations On Shielded Metal Arc Welding (SMAW) On Mechanical Properties and Microstructure of Welding Joints SS400. Welding parameters are variables that affect the welding result, both of mechanical properties and microstructure. If the selection of welding parameters is not right, it can result in welding defects and the mechanical properties of the welding results are less than the acceptance conditions specified by the standard. The variables used to determine the welding parameters are the strength of the current as well as the type of electrode used. Therefore, this study was conducted to analyze the influence of was A5.1 E6013 electrode current and diameter on shielded metal arc welding (SMAW) on the mechanical and microstructure properties of the SS400 welded joint. The electric current strength studied used 80 amperes and 120 amperes while for the electrode diameter used 2.5 mm and 3.2 mm. SS400 steel welding joint testing is carried out using tensile, impact and microstructure testing. The results showed the highest Ultimate Tensile Strength (UTS) value of 443.66 MPa while the lowest was 418.48 MPa, the highest strain percentage was 26.0% while the lowest was 21.1%, the highest impact value was 46.85 Joule while the lowest was 34.45 Joule. The results of microstructure observations showed that the HAZ area was dominated by lath martensite, bainite and polygonal ferrite while in the weld area it was dominated by acicular ferrite, Widmansttter ferrite, and polygonal ferrite. The use of a variable electrode diameter of 3.2 mm with a current of 80 A produces the best mechanical properties with a UTS value of 443.66 Map (equivalent Vickers Hardness of 135 HV), a strain of 26% and an absorbed energy of 45.65 Joule. Because the larger of the electrode diameter, the smaller of the current strength, the faster of the cooling rate and the growth of the weld metal grains are smaller so that the hardness, UTS and strain values of the SS400 welded joints are increasing compared to the use of variable electrode diameters of 3.2 mm with a current of 120 A resulting in a UTS value of 437.96 Map (equivalent Vickers Hardness of 135 HV), strain 24.1% and absorbed energy 34.45 Joule. This is due to the use of a large current strength, the slower the cooling rate and the growth of the weld metal grains is greater so that the hardness, UTS and strain values of the SS400 weld joints are lower and the greater the distribution of the acicular ferrite microstructure in the weld area, the greater ability of the weld joint to be able to absorb energy, so that the impact value increases.

Keywords: Current Variations, Shielded Metal Arc Welding (SMAW)

1) Judul Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

2) Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas hikmat dan karunia yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Pengaruh Variasi Arus Pada Shielded Metal Arc Welding (SMAW) Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Sambungan Las SS400”**.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat sebelum melakukan penyusunan skripsi pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional.

Selama penyusunan Tugas Akhir, penulis banyak mendapatkan bantuan baik moral maupun material dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis dengan sepenuh hati ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Novi Azman, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional.
2. Bapak Basori, S.T., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional.
3. Bapak Ahmad Zayadi, ST., MT., selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang sangat bermanfaat dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Masyhudi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang sangat bermanfaat dalam penulisan skripsi ini.
5. Kedua orang tua yang tidak pernah lelah memberi dukungan dan selalu mendoakan.

6. Istri serta anak yang selalu menemani hari-hari penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh teman-teman yang membantu dalam memperlancar penyusunan Tugas Akhir

Penulis juga menerima segala saran dan kritik yang membangun dari semua pihak guna kesempurnaan Tugas Akhir ini. Dengan doa dan harapan dari penulis, semoga tulisan ini memberikan manfaat positif kepada pembaca.



Jakarta, 03 Juli 2022

Penulis,

Dedy Hardiyanto

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PERBAIKAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metode Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengelasan	7

2.2 Shielded Metal Arc Welding (SMAW)	10
2.2.1 Perlengkapan dan Komponen Las Shielded Metal Arc Welding	12
2.3 Elektroda AWS A5.1 E6013	17
2.4 Baja SS400	18
2.5 Parameter Pengelasan	19
2.6 Diameter Elektroda	20
2.7 Pengujian Hasil Pengelasan	21
2.7.1 Destructive Testing	21
2.7.2 Non Destructive Testing (NDT)	25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	31
3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan	32
3.2.1 Alat Pengujian	32
3.2.2 Bahan Pengujian	36
3.3 Prosedur Penelitian	37
3.3.1 Prosedur Proses Pengelasan	37
3.3.2 Prosedur Proses Pengujian	42

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data	45
4.1.1 Pengamatan Visual Hasil Pengelasan	45
4.1.2 Hasil Pengujian Tarik	46
4.1.3 Hasil Pengujian Impak	53

4.1.4 Hasil Pengamatan Mikroskopik	55
4.2 Pembahasan	60

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	63
5.1 Saran	64

DAFTAR PUSTAKA	65
-----------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN	66
------------------------	----



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daerah Hasil Pengelasan	10
Gambar 2.2 <i>Shielded Metal Arc Welding (SMAW)</i>	12
Gambar 2.3 <i>Transformator</i>	13
Gambar 2.4 Mesin Las <i>Rectifier</i>	14
Gambar 2.5 <i>Inverter</i>	14
Gambar 2.6 <i>Holder</i> dan Klem Massa	15
Gambar 2.7 Elektroda Las SMAW	16
Gambar 2.8 Elektroda AWS A5.1 E6013	18
Gambar 2.9 Pengaruh Diameter Elektroda Terhadap Geometri Kepala Lasan	21
Gambar 2.10 Uji Tarik	23
Gambar 2.11 Uji Impak	24
Gambar 2.12 Sketsa Perhitungan Energi Impak	24
Gambar 2.13 Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	26
Gambar 2.14 Perbandingan Daerah Lasan Diagram Fasa Fe - Fe ₃ C	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 3.2 Mesin Las SMAW AC	33
Gambar 3.3 <i>Band Saw</i>	33
Gambar 3.4 Mesin <i>Milling</i>	34
Gambar 3.5 Alat Uji Tarik	35
Gambar 3.6 Alat Uji Impak	36
Gambar 3.7 Baja SS400	36
Gambar 3.8 Elektroda AWS A5.1 E6013	37

Gambar 3.9 Desain spesimen pengelasan	38
Gambar 3.10 Hasil Pengelasan 80 A, Diameter Elektroda 2,5 mm	38
Gambar 3.11 Hasil Pengelasan 80 A, Diameter Elektroda 3,2 mm	39
Gambar 3.12 Hasil Pengelasan 120 A, Diameter Elektroda 2,5 mm	39
Gambar 3.13 Hasil Pengelasan 120 A, Diameter Elektroda 3,2 mm	39
Gambar 3.14 Spesimen Uji Tarik	40
Gambar 3.15 Spesimen Uji Impak	40
Gambar 3.16 Spesimen Struktur Mikro Hasil Proses Etsa	42
Gambar 3.17 Dimensi Spesimen Uji Tarik	43
Gambar 3.18 Dimensi Spesimen Uji Impak	44
Gambar 4.1 Hasil Pengelasan 80 A, Elektroda Diameter 2,5 mm	45
Gambar 4.2 Hasil Pengelasan 80 A, Elektroda Diameter 3,2 mm	45
Gambar 4.3 Hasil Pengelasan 120 A, Elektroda Diameter 2,5 mm	46
Gambar 4.4 Hasil Pengelasan 120 A, Elektroda Diameter 3,2 mm	46
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Tarik 120 A, Elektroda Diameter 2,5 mm	47
Gambar 4.6 Grafik Pengujian Tarik 120 A, Elektroda Diameter 3,2 mm	47
Gambar 4.7 Grafik Pengujian Tarik 80 A, Elektroda Diameter 3,2 mm	48
Gambar 4.8 Grafik Pengujian Tarik 80 A, Elektroda Diameter 2,5 mm	48
Gambar 4.9 Patahan Hasil Pengujian Tarik (a) A-1 & A-2 elektroda 2,5 mm arus 80 <i>ampere</i> (b) B-1 & B-2 elektroda 2,5 mm arus 120 <i>ampere</i> (c) C-1 & C-2 elektroda 3,2 mm arus 80 <i>ampere</i> (d) D-1 & D-2 elektroda 3,2 mm arus 120 <i>ampere</i>	49
Gambar 4.10 Perbandingan Nilai <i>Ultimate Tensile Strength</i> (UTS)	50
Gambar 4.11 Perbandingan Nilai Regangan	52

Gambar 4.12 Patahan Hasil Pengujian Impak (a) A-1 & A-2 elektroda 2,5 mm arus 80 <i>ampere</i> (b) B-1 & B-2 elektroda 2,5 mm arus 120 <i>ampere</i>	54
(c) C-1 & C-2 elektroda 3,2 mm arus 80 <i>ampere</i> (d) D-1 & D-2 elektroda 3,2 mm arus 120 <i>ampere</i>	
Gambar 4.13 Perbandingan Hasil Pengujian Impak	54
Gambar 4.14 Spesimen Uji Struktur Mikro (a) elektroda 2,5 mm arus 80 <i>ampere</i>	
(b) elektroda 2,5 mm arus 120 <i>ampere</i> (c) elektroda 3,2 mm arus 80 <i>ampere</i>	
(d) elektroda 3,2 mm arus 120 <i>ampere</i>	56
Gambar 4.15 Hasil Mikroskopik Perbesaran 200x Pada Arus 80 <i>Ampere</i> dengan Diameter Elektroda 2,5 mm (a) <i>Base metal</i> (b) HAZ (c) <i>Weld</i>	56
Gambar 4.16 Hasil Mikroskopik Perbesaran 200x Pada Arus 80 <i>Ampere</i> dengan Diameter Elektroda 3,2 mm (a) <i>Base metal</i> (b) HAZ (c) <i>Weld</i>	57
Gambar 4.17 Hasil Mikroskopik Perbesaran 200x Pada Arus 120 <i>Ampere</i> dengan Diameter Elektroda 2,5 mm (a) <i>Base metal</i> (b) HAZ (c) <i>Weld</i>	58
Gambar 4.18 Hasil Mikroskopik Perbesaran 200x Pada Arus 80 <i>Ampere</i> dengan Diameter Elektroda 3,2 mm (a) <i>Base metal</i> (b) HAZ (c) <i>Weld</i>	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Elektroda AWS A5.1 E6013	18
Tabel 2.2 <i>Mechanical Properties</i> Baja SS400	19
Tabel 3.1 Penggunaan Etsa (ASTM, 2012)	41
Tabel 3.2 <i>Hardness Conversion Table</i>	43
Tabel 4.1 Perbandingan Nilai <i>Ultimate Tensile Strength</i> (UTS)	49
Tabel 4.2 Nilai Konversi UTS ke <i>Vickers Hardness</i>	51
Tabel 4.2 Perbandingan Nilai Regangan	52
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Impak	54



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian Tarik	66
Lampiran 2. Hasil Pengujian Impak	72
Lampiran 3. Hasil Pengujian Struktur Mikro	75

