

## **SKRIPSI**

### **PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN *FLUX CORE ARC WELDING (FCAW)* TERHADAP KEKUATAN TARIK HASIL SAMBUNGAN LAS BAJA SS 400**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Sarjana Teknik Mesin  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik



**Diajukan oleh:**

**AHMAD TAUHID  
NIM 1510642002**

**PRORAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER  
2019**

## **SKRIPSI**

### **PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN *FLUX CORE ARC WELDING (FCAW)* TERHADAP KEKUATAN TARIK HASIL SAMBUNGAN LAS BAJA SS 400**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk  
menyelesaikan Program Studi Sarjana Teknik Mesin  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik



**Diajukan oleh:**

**AHMAD TAUHID  
NIM 1510642002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER  
2019**

**JUDUL :**

**PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN *FLUX CORE ARC WELDING* (FCAW) TERHADAP KEKUATAN TARIK HASIL SAMBUNGAN LAS BAJA SS 400**

**Yang diajukan oleh:**

AHMAD TAUHID

NIM 1510642002

Telah Disetujui oleh:

Pembimbing 1

**Nely Ana Mufarida, ST. MT.**

NIP : 19770422 2005 01 2 002

Tanggal: 12 Februari 2019

Pembimbing 2

**Asmar Finali, ST. MT.**

NIP: 16 09 720

Tanggal: 12 Februari 2019

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PENGARUH VARIASI ARUS PENGELESAAN *FLOX CORE ARC WELDING (FCAW)* TERHADAP KEKUATAN TARIK HASIL SAMBUNGAN LAS BAJA SS 400**

Disusun Oleh:

AHMAD TAUHID

NIM: 1510642002

Telah di pertahankan di depan dewan penguji  
Pada Tanggal 12 Februari 2019 , 14.00 – 15.00 WIB

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Nely Ana Mufarida, ST., MT.                    Asmar Finali, ST., MT.

NIP: 19770422 2005 01 2 002

NPK: 16 09 720

Dosen penguji I

Dosen penguji II

Kosjoko, ST., MT.

Edi Siswanto, ST., M.MT.

NPK: 05 09 479

NPK: 15 09 634

Skripsi Ini Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

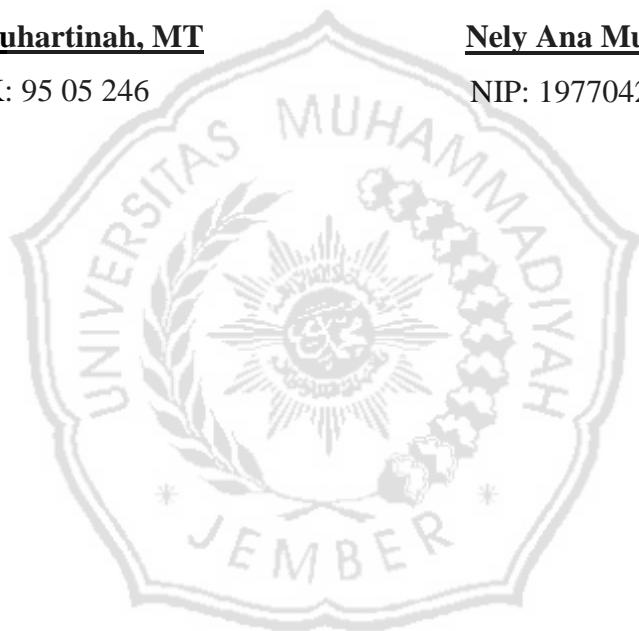
Ketua Program Studi Teknik Mesin

**Ir. Suhartinah, MT**

NPK: 95 05 246

**Nely Ana Mufarida, ST., MT**

NIP: 19770422 2005 01 2 002



## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah segala puji dan syukur saya panjatkan atas kehadirat Allah SWT karena atas karunia rahmat dan hidayahnya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik, untuk itu tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tuaku yang saya cintai dan saya sayangi.
2. Kakak, adik, dan saudara saya yang sudah memberi semangat.
3. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi.
4. Terimakasih kepada ibu Nely Ana Mufarida, ST.MT sebagai kaprodi teknik mesin yang telah memnyemangati saya untuk segera menyelesaikan tugas akhir saya.
5. Dosen yang telah membantu kelancaran penyusunan laporan Tugas akhir saya Ibu Nely Ana Mufafarida, ST.MT dan Bapak Asmar Finali, ST. MT selaku dosen pebimbng.
6. Dosen Yang telah menguji Tugas Akhir Bapak Kosjoko,ST.MT dan Bapak Edi Siswanto, ST.MT dan Almamater Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.

## **MOTTO**

“Tidak ada Pengorbanan yang sia – sia jika di landasi Keimanan dan Keikhlasan”

“ Muda tidak Datang dua kali, Jadilah Pribadi yang menantang Masa depan “

“Pikul Beban Semaksimal Mungkin , agar masa tuamu tidak Menyesal “

Hidup sekali

Jangan

Menua tanpa Arti



## **ABSTRAK**

Ahmad Tauhid. 2018, *pengaruh variasi arus pengelasan FLUX CORE ARC WELDING(FCAW) terhadap kekuatan tarik hasil sambungan las baja SS 400*

Semakin berkembangnya teknologi di dunia industry kontruksi khususnya dalam bidang pengelasan maka semakin banyak pula cara-cara yang bisa meningkatkan kualitas pengelasan tersebut antara lain dengan cara melakukan preheat dan PWHT. Preheat berfungsi sebagai mencegah retak dingin (cold crack) pada material yang dilakukan sebelum proses pengelasan sedangkan PWHT adalah bagian dari proses heat treatment yang bertujuan untuk menghilangkan tegangan sisa yang terbentuk setelah proses pengelasan selesai. Dalam penelitian ini akan menggunakan material plat baja SS400 dengan ketebalan 6 mm dimana material SS400 ini termasuk baja karbon rendah ( $C < 0,25\%$ ).

Jenis pengelasan yang akan dilakukan pada proses pengujian tersebut adalah dengan menggunakan jenis las FCAW. Dari pengujian-pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Pada plat SS400 yang dilas menggunakan SAW dengan perlakuan panas preheat dan PWHT di dapatkan tegangan tarik yang lebih besar dibandingkan dengan pengelasan menggunakan FCAW dengan perlakuan panas preheat dan PWHT. Pengaruh preheat pada plat SS400 yang sudah dilas yaitu tegangan tariknya menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen yang mendapatkan perlakuan panas PWHT, dikarenakan pengaruh dari PWHT merubah struktur material menjadi lebih lunak sehingga lebih cepat putus.

**Kata kunci :** Preheat, PWHT, Plat SS400, FCAW.

## **ABSTRACT**

Ahmad Tauhid. 2018, the effect of *FLUX CORE ARC WELDING (FCAW)* welding current variation on tensile strength of SS 400 steel welded joints

The continued development of marine technology in the world, especially in the field of welding so the more ways that can improve the quality of welding, among others by doing preheat and PWHT. Preheat function as preventing cracking (cold crack) on the material to be done before the welding process while PWHT is part of the heat treatment process that aims to eliminate the residual stresses formed after the welding process is completed. In this study will use a steel plate material with a thickness of 12mm SS400 SS400 material which includes low carbon steel ( $C < 0.25\%$ ).

This type of welding to be performed on the testing process is to use a type of FCAW and SAW welding. From the tests that have been done then it can be concluded as follows: On the SS400 plate that is welded with heat treatment preheat and PWHT obtained tensile stress greater than the welding using FCAW with heat treatment preheat and PWHT. Effect of preheat on the plate that was welded SS400 is its appeal to a higher voltage compared with a gain of specimens heat treatment PWHT, due to the influence of PWHT change the structure of the material becomes softer so more quickly broken.

Keywords: Preheat, PWHT, Plat SS400, FCAW.

## **SURAT PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Tauhid

NIM : 1510642002

Fakultas : Teknik

Prodi : Mesin

Dengan ini saya menyatakan, bahwa dalam skripsi ini yang berjudul PENGARUH VARIASI ARUS PENGEELASAN FLUX CORE ARC WELDING (FCAW) TERHADAP KEKUATAN TARIK HASIL SAMBUNGAN LAS BAJA SS 400 , tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada suatu perguruan tinggi, dan saya menyatakan yang sebenarnya bahwa karya ini ditulis hasil dari pemikiran sendiri, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Jember, 12 Februari 2019

Ahmad Tauhid

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur peneliti panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan Proposal Tugas akhir ini dengan judul “ FLUX CORE ARC WELDING (FCAW) TERHADAP KEKUATAN TARIK HASIL SAMBUNGAN LAS BAJA SS 400 ” dengan baik. Sholawat serta salam peneliti curahkan kepada Nabi Muhammad SAW. pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Suhartinah, MT. , selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
2. Ibu Nelly Ana Mufarida, ST., MT. , selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember.
3. Ibu Nelly Ana Mufarida, ST., MT. selaku dosen pembimbing I yang dengan kesabaran memberikan petunjuk, bimbingan dan arahan.
4. Bapak Asmar Finali, ST. MT selaku pembimbing II yang memberikan petunjuk, bimbingan dan arahan.
5. Teknisi laboratorium Uji Bahan PT PALL INDONESIA .
6. Teman-teman yang selalu memberikan semangat dan doanya untukku.

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas jasa-jasa beliau yang telah membantu dan membimbing peneliti dalam menyelesaikan Proposal Tugas akhir ini. Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, maka kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini memberikan manfaat dan tambahan ilmu bagi pembaca.

Penyusun,

Ahmad Tauhid

## DAFTAR ISI

JUDUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
ABSTRAK .....	viii
SURAT PERNYATAAN SKRIPSI SENDIRI.....	x
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMBANG .....	xvii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Pengertian Pengelasan .....	6
2.2 Klasifikasi Cara Pengelasan .....	7
2.3 Jenis - jenis Pengelasan .....	8
2.3.1 Las Busur Listrik .....	8
2.3.2 Busur Logam Gas (Gas Metal ARC) .....	9
2.3.3 Las Busur Rendam.....	9
2.3.4 Las Busur Elektroda Terbungkus .....	9
2.3.5 Las Oksi Asetilen .....	9

2.3.6 Las Busur Tungsten Gas Mulia .....	10
2.3.7 Las Listrik Terak .....	10
2.3.8 Busur Logam Gas (Gas Metal ARC) .....	10
2.4 Pengelasan FCAW ( Flux Core Arc Welding ) .....	11
2.4.1 Karakter Mesin Las FCAW .....	12
2.4.2 Komponen – komponen Mesin Las FCAW .....	13
2.4.3 Kawat Las FCAW .....	15
2.5 Metalurgi Las .....	18
2.5.1 Daerah Hasil Pengelasan .....	18
2.5.2 Reaksi Pembekuan .....	19
2.5.3 Mikrostruktur Logam Las .....	19
2.6 Posisi Pengelasan.....	20
2.6.1 Posisi di Bawah Tangan ( 1 G ) .....	20
2.6.2 Posisi Tegak ( 2 G ) .....	20
2.6.3 Posisi Tegak Vertical ( 3 G ) .....	21
2.6.4 Posisi di Atas Kepala ( 4 G ) .....	22
2.7 Sambungan Tumpul.....	22
2.8 Baja SS 400 .....	24
2.9 Kriteria Kelulusan Uji Tarik .....	26
2.9.1 Kriteria Kelulusan Uji Tarik (ASME IX) .....	26
2.9.2 Kriteria Kelulusan Uji Tarik (API 1104) .....	26
2.9.3 Kriteria Kelulusan Uji Tarik (AWS D1.1) .....	27
2.10 Uji Tarik .....	27

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Tempat Penelitian .....	30
3.2 Alat dan Bahan .....	30
3.2.1 Peralatan Untuk Pembuatan Spesimen Uji .....	30
3.2.2 Peralatan Untuk Pengujian Spesimen.....	31
3.2.3 Bahan .....	31
3.3 Prosedur Penelitian .....	31
3.3.1 Persiapan Spesimen Uji .....	31

3.3.2 Proses Pengelasan.....	32
3.3.3 Pembuatan Spesimen Uji .....	33
3.4 Jumlah Spesimen .....	33
3.5 Pengujian .....	34
3.6 Analisis .....	35
3.7 Diagram alir penelitian.....	36
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN</b>	
4.1 Hasil Uji Tarik .....	37
4.1.1 Uji tarik baja SS 400 .....	37
4.2 Diagram Rata-Rata Spesimen Uji Tarik .....	39
4.3 Diagram Perbandingan Hasil Kekuatan Uji Tarik .....	42
4.4 Grafik Perbandingan Tegangan .....	43
4.5 Regangan .....	44
4.6 Diagram Rata-Rata Regangan Spesimen Uji Tarik .....	45
4.7 Diagram Perbandingan Hasil Rata – rata Regangan Uji Tarik .....	49
4.8 Grafik Perbandingan Regangan .....	50
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	51
5.2 Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	52
<b>LAMPIRAN</b> .....	53

## **DAFTAR TABEL**

2.1 Unsur Panduan Baja SS 400 .....	25
3.1 Jumlah Spesimen Uji .....	34
3.2 Analisis spesimen Uji.....	35
4.1 Data uji kekuatan tarik .....	37
4.2 Tabel Tegangan .....	42
4.3 Data uji Regangan tarik.....	44
4.4 Tabel Regangan.....	48



## DAFTAR GAMBAR

2.1 Klasifikasi Cara Pengelasan.....	8
2.2 Skematis Mesin las FCAW .....	13
2.3 Torch/Gun/Stan Las FCAW .....	14
2.4 Klasifikasi Elektroda FCAW .....	15
2.5 Posisi Pengelesan Bawah Tangan ( 1G ) .....	19
2.6 Posisi Pengelesan Datar Horisontal ( 2 G ) .....	21
2.7 Posisi Pengelesan Tegak Vertikal ( 3 G ) .....	21
2.8 Posisi Pengelesan di Atas Kepala Over Head ( 4G ) .....	22
2.9 Alur Sambungan Las Tumpul .....	23
2.10 Diagram Fasa Besi Karbon .....	25
2.11 Kurva Tegangan – Regangan Teknik .....	28
2.12 Batas Elastis dan Tegangan Luluh .....	28
2.13 Mesin Uji Tarik .....	29
3.1 Dimensi Sambungan Las Tumpul .....	32
3.2 Dimensi Spesimen Uji Tarik .....	33
3.6 Diagram Alir Penelitian .....	36
4.1 Diagram rata-rata uji kekuatan tarik dengan pengelasan 100 A .....	39
4.2 Hasil Uji Spesimen 100 A.....	39
4.3 Diagram rata-rata uji kekuatan tarik dengan pengelasan 110 A .....	40
4.4 Hasil Uji Spesimen 110 A.....	40
4.5 Diagram rata-rata uji kekuatan tarik dengan pengelasan 120 A .....	41
4.6 Hasil Uji Spesimen 120A.....	41
4.7 Diagram perbandingan kekuatan uji tarik .....	42
4.8 Grafik perbandingan tegangan .....	43
4.9 Diagram rata-rata uji regangan tarik dengan pengelasan 100 A .....	45
4.10 Hasil Uji Spesimen 100 A.....	46
4.11 Diagram rata-rata uji regangan tarik dengan pengelasan 110 A .....	46
4.12 Hasil Uji Spesimen 110 A.....	47
4.13 Diagram rata-rata uji regangan tarik dengan pengelasan 120 A .....	47
4.14 Hasil Uji Spesimen 120A.....	48

4.15 Diagram perbandingan regangan uji tarik.....	49
4.16 Grafik perbandingan regangan .....	50



## DAFTAR LAMBANG

ASTM = ( <i>American Society for Testing Materials</i> )	I	= Panjang spesimen setelah uji tarik ( $\text{mm}^2$ )
AISI = ( <i>American Iron and Steel Institute</i> )	$I_0$	= Panjang spesimen mula-mula ( $\text{mm}^2$ )
SAE = ( <i>Society of Automotive Engineers</i> )	$\delta$	= Tegangan tarik ( $\text{Kg/mm}^2$ )
UNS = ( <i>United Numbering System</i> )	$\varepsilon$	= Regangan ( <i>strain</i> ) ( $\text{mm}^2$ )
JIS = ( <i>Japan Industrial Standard</i> )	E	= <i>Modulus young</i>
DIN = ( <i>Deutsche Industrie Norm</i> )	<b>Simbol Arti</b>	
S = Belerang	$\alpha$	= Alfa
P = Fosfor	$\delta$	= Delta
Mn = Mangan	$\gamma$	= Gamma
Ni = Nikel	$\circ$	= Derajat
Si = Slikon	$^{\circ}\text{C}$	= Derajat Celcius
Cr = Kromium	%	= Persen
W = Tungsten	$\Sigma$	= Tegangan Tarik
Mo = Molibden	$\epsilon$	= Regangan Tarik
V = Vanadium	$\mu\text{m}$	= Mikro meter
Fe-C = Perpaduan antara besi dengan carbon	Al	= Aluminium
$^{\circ}\text{C}$ = Suhu dengan satuan Celcius	A0	= Luasan Awal
$^{\circ}\text{F}$ = Suhu dengan satuan Fahrenheit	Ar	= Argon
BCC = ( <i>Body Center Cubic</i> )	Cu	= Tembaga
FCC = ( <i>Face Center Cubic</i> )	CO	= Karbon Dioksida
HCP = ( <i>Hexagonal Close Packed</i> )	ER	= Elektroda Rods
( $\alpha$ ) = Besi murni atau besi alfa	F	= Gaya
( $\beta$ ) = Besi beta	Fe	= Ferrous
( $\gamma$ ) = Besi gamma	h	= Tebal
( $\delta$ ) = Besi delta	He	= Helium
$\sigma$ = Tegangan tarik ( $\text{kg/mm}^2$ )	Kg	= Kilogram
F = Gaya tarik ( N )	mm	= Millimeter
$A_0$ = Penampang mula mula ( $\text{mm}^2$ )	Mg	= Magnesium
$\varepsilon$ = Regangan ( <i>strain</i> ) (%)	Mn	= Mangan
	N	= Newton
	Nm	= Nanometer
	Ni	= Nikel
	O2	= Oksigen
	P	= Beban
	Si	= Silikon
	Zn	= Zing
<b>Singkatan Arti</b>		
	AC	= <i>Alternating Current</i>
	AISI	= <i>American Iron and Steel Institute</i>
	ASTM	= <i>American Standard Testing Machine</i>
	AWS	= <i>American Welding Society</i>
	DC	= <i>Direct Current</i>
	GMAW	= <i>Gas Metal Arc Welding</i>

GTAW =	<i>Gas Tungsten Arc Welding</i>	SEM =	<i>Scanning Electron Microscope</i>
HAZ =	<i>Heat Affected Zone</i>	TEM =	<i>Transmission Electron Microscope</i>
MIG =	<i>Metal Inert Gas</i>	UHP =	<i>Ultra High Purity</i>
SMAW=	<i>Shielding Metal Arc Welding</i>		

