

**PENGARUH VARIASI BENTUK KAMPUH TERHADAP STRUKTUR
MIKRO, KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK PADA PROSES
PENGELASAN BAJA SS400 DENGAN METODE SMAW
(Shielded Metal Arc Welding)**



SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Mendapatkan Gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

Oleh :

ANJAS NURCAHYO KURNIAWAN

K2513003

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

SURAKARTA

Agustus 2017

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Anjas Nurcahyo Kurniawan
NIM : K2513003
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“PENGARUH VARIASI BENTUK KAMPUH TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK PADA PROSES PENGELASAN BAJA SS400 DENGAN METODE SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)”** ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Selain itu, sumber informasi yang dikutip dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Surakarta, Agustus 2017

Yang membuat pernyataan



Anjas Nurcahyo Kurniawan

**PENGARUH VARIASI BENTUK KAMPUH TERHADAP STRUKTUR
MIKRO, KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK PADA PROSES
PENGELASAN BAJA SS400 DENGAN METODE SMAW
(Shielded Metal Arc Welding)**



SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Mendapatkan Gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

Oleh :

ANJAS NURCAHYO KURNIAWAN

K2513003

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Agustus 2017**

PERSETUJUAN

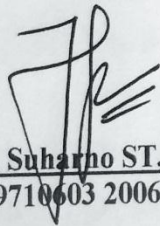
Nama : Anjas Nurcahyo Kurniawan
NIM : K2513003
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Bentuk Kampuh Terhadap Struktur Mikro,
Kekerasan dan Kekuatan Tarik pada Proses Pengelasan Baja
SS400 dengan Metode SMAW.

Skripsi ini telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

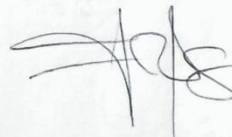
Persetujuan Pembimbing

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Dr. Suharno ST, MT
NIP. 19710603 200604 1 001



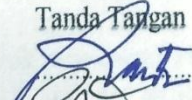

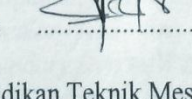
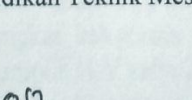
Dr. Indah Widiastuti, ST, M.Eng
NIP. 197805142005012002

PENGESAHAN

Nama : Anjas Nurcahyo Kurniawan
 NIM : K2513003
 Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Bentuk Kampuh Terhadap Struktur Mikro,
 Kekerasan dan Kekuatan Tarik pada Proses Pengelasan Baja
 SS400 dengan Metode SMAW.

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas sebelas Maret Surakarta pada hari Rabu, 2 Agustus 2017 dengan hasil LUUS dan revisi maksimal 2 (dua) bulan. Skripsi telah direvisi dan mendapat persetujuan dari Tim Penguji.

Persetujuan hasil revisi oleh Tim Penguji :

	Nama Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Drs. Ranto, M.T.		4/9 2017
Sekretaris	: Budi Harjanto, S.T., M.Eng.		4/9 2017
Anggota I	: Dr. Suharno, S.T., M.T.		4/9 2017
Anggota II	: Dr. Indah Widiastuti, ST, M.Eng.		4/9 2017

Skripsi disahkan oleh Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin pada :

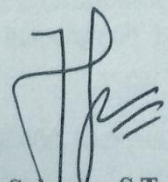
Hari : *Senin*
 Tanggal : *4 September 2017*

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
 Universitas Sebelas Maret,

Kepala Program Studi
 Pendidikan Teknik Mesin


Prof. Dr. Joko Nurkamto, M.Pd.
 NIP. 196110121987021001


Dr. Suharno, S.T., M.T.
 NIP. 197106032006041001

ABSTRAK

Anjas Nurcahyo Kurniawan. K2513003. **PENGARUH VARIASI BENTUK KAMPUH TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK PADA PROSES PENGELASAN BAJA SS400 DENGAN METODE SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)**. Skripsi, Surakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Kependidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta, Juli 2017.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bentuk kampuh pada sambungan las terhadap sifat fisis dan mekanik menggunakan metode las *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Proses pengelasan menyebabkan logam di sekitar mengalami siklus termal yang berakibat terjadinya perubahan-perubahan *metalurgi*, deformasi dan tegangan-tegangan termal. Karena perubahan struktur ini maka sifat-sifat mekanik yang dimiliki akan berubah juga.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu peneliti melakukan pengelasan *butt joint* dengan kampuh X (*double V*), V dan $\frac{1}{2}$ V dengan menggunakan baja karbon rendah SS400 dengan kadar karbon 0,1% kemudian dilakukan pengujian struktur mikro, kekerasan dan kekuatan tarik. Uji struktur mikro menggunakan *Olympus Metallurgical Microscope* dengan mengambil 5 foto pada setiap specimen. Uji kekerasan menggunakan *Vickers Hardness Tester* dengan mengambil 9 titik yaitu 3 titik pada logam las, 3 titik pada daerah HAZ dan 3 titik didaerah induk pada masing – masing specimen. Uji kekuatan tarik menggunakan *Universal Testing Machine* dengan membuat 3 spesimen pada setiap bentuk kampuh.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa hasil uji struktur mikro menunjukkan peningkatan struktur *acicular ferit* dan *perlite* setelah pengelasan. Pada *raw material*, struktur *grain boundary ferit* terlihat merata. Nilai kekerasan pada hasil pengelasan menunjukkan adanya perbedaan tingkat kekerasan. Spesimen kampuh V mempunyai tingkat kekerasan tertinggi yaitu 248,6 VHN, kemudian spesimen dengan bentuk kampuh $\frac{1}{2}$ V yaitu 233,7 VHN dan spesimen dengan bentuk kampuh X yaitu 228,6 VHN sedangkan pada *raw material* mempunyai nilai kekerasan 200,58 VHN. Nilai kekuatan tarik pada hasil pengelasan menunjukkan adanya perbedaan. Spesimen dengan bentuk kampuh V mempunyai tingkat kekuatan tarik tertinggi yaitu 430,97 MPa dan regangan 18,11% kemudian kampuh $\frac{1}{2}$ V adalah 419,93 MPa dan regangannya adalah 15,52% diikuti bentuk kampuh X dengan nilai rata – rata kekuatan tarik 414,88 MPa dan regangan 14,92% dan pada *raw material* mempunyai nilai kekuatan tarik 401,94 MPa dan regangan 13,26%. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengelasan menggunakan variasi bentuk kampuh merubah struktur mikro dan berpengaruh pada nilai kekerasan serta kekuatan tarik pada Baja SS400.

Kata Kunci: *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW), Baja SS400, Kampuh Las, Struktur Mikro, Kekerasan, Kekuatan tarik

ABSTRACT

Anjas Nurcahyo Kurniawan. K2513003. INFLUENCE OF GROOVE WELD VARIATION ON MICRO STRUCTURE, VIOLENCE AND POWER STRENGTH IN SS400 STEEL WELDING PROCESS WITH SMAW (Shielded Metal Arc Welding) METHOD. Thesis, Surakarta: Teacher Training and Education Faculty, Universitas Sebelas Maret Surakarta, July 2017.

The purpose of this research is to investigate the influence of groove weld type on the welding joint to the physical and mechanical characteristic using the Shielded Metal Arc Welding (SMAW) method. The welding process causes the around metal has thermal cycles and then resulting metallurgical changes, deformations and thermal stresses. Because of these structural changes, the mechanical characteristic will change as well.

This research use experimental method that is researcher doing butt joint welding with X, V and $\frac{1}{2}$ V groove weld type by using low carbon steel SS400 with carbon content 0,1% then testing micro structure, hardness and tensile strength. The microstructure test using Olympus Metallurgical Microscope by taking 5 photos on each specimen. Hardness test using Vickers Hardness Tester by taking 9 points, that is 3 points on welding metal, 3 point on HAZ area and 3 point of parent region at each specimen. The tensile strength test using the Universal Testing Machine by making 3 specimens on each shape of the camp.

Based on the results of the study, it can be concluded that the results of microstructure test showed improvement of acicular structure of ferrite and pearlite after welding. In raw material, the grain boundary structure of ferrite is evenly distributed. Hardness values on welding results indicate a different level of violence. The specimen with V type has the highest hardness of 248,6 VHN, then the specimen with $\frac{1}{2}$ V form is 233,7 VHN and the specimen with the X type is 228,6 VHN while the raw material has hardness value 200,58 VHN. The value of tensile strength on the welding results indicates a difference. The specimen with the V type have the highest tensile strength level of 430,97 MPa and strain 18,11% then the $\frac{1}{2}$ V type is 419,93 MPa and strain 15,52% followed by the X type with the average of tensile strength 414,88 MPa and strain 14,92% and on raw material has a tensile strength value 401,94 MPa and strain 13,26%. This study shows that welding using variations of groove weld type changes the microstructure and affects the hardness and tensile strength of SS400 Steel.

Keywords: Shielded Metal Arc Welding (SMAW), SS400 Steel, Groove Weld, Micro Structure, Hardness, Tensile Strength

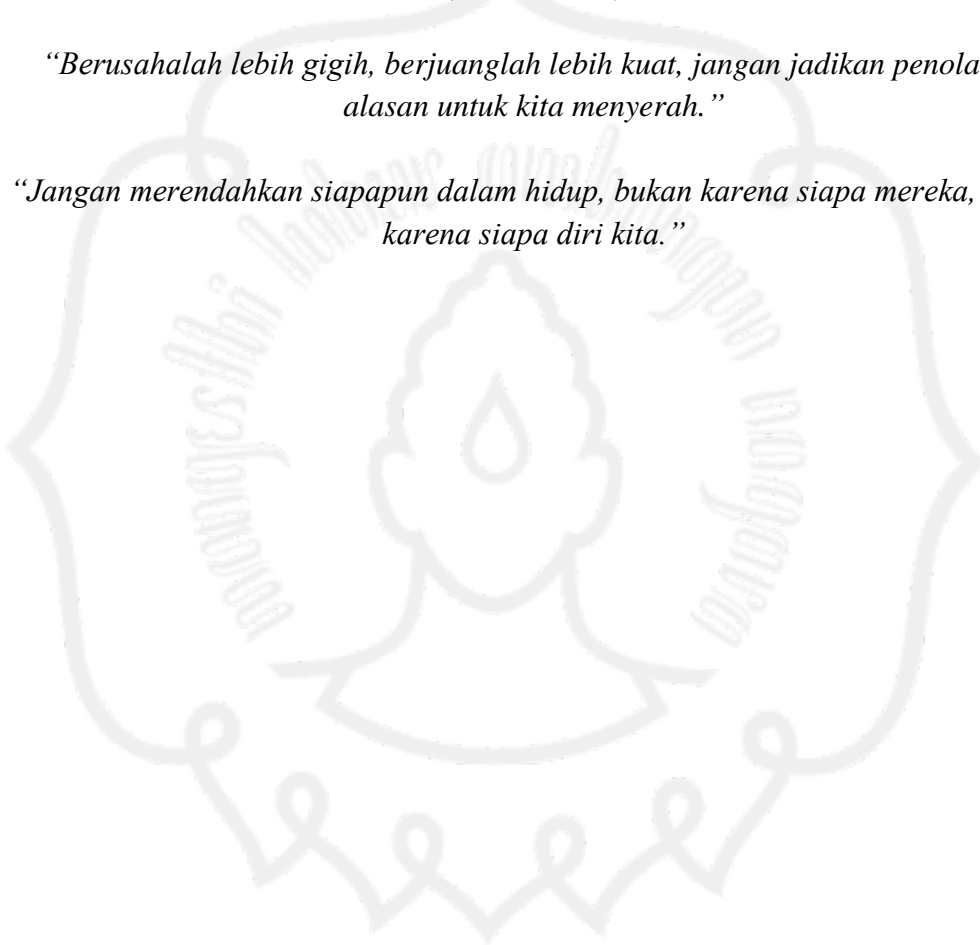
MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh – sungguh (urusan yang lain). Dan hanya kepada tuhanmulah kamu berharap.”
(QS. Al-Insyirah : 6-8)

“Barang siapa yang meringankan beban orang yang dalam kesulitan, maka Allah akan meringankan bebannya di dunia dan akhirat.”
(HR. Muslim)

“Berusahalah lebih gigih, berjuanglah lebih kuat, jangan jadikan penolakan alasan untuk kita menyerah.”

“Jangan merendahkan siapapun dalam hidup, bukan karena siapa mereka, tetapi karena siapa diri kita.”



PERSEMBAHAN

Segala Puji bagi Allah SWT kupanjatkan rasa syukur karena dengan izin dan kuasanya, akhirnya dapat kupersembahkan karya ini untuk:

- ✓ Ibu dan Bapak Tercinta
Terimakasih atas segala daya dan upaya terutama do'a yang selalu mengalir mengawali langkah kaki anakmu ini.
- ✓ Bagus Supriyadi Nurdin Haq, Irfan Adi Wibowo, Rizal Abdul Azis.
Terimakasih untuk rekan 1 tim penelitian skripsi yang telah membantu dengan penuh keikhlasan, semangat dan motivasi serta dedikasi tinggi sehingga skripsi ini bisa terselesaikan.
- ✓ Keluarga besar Pendidikan Teknik Mesin 2013
Termia kasih atas segala hal yang telah dilalui selama masa studi, semangat dan kerjasama yang telah dipupuk bersama. Semoga tidak sekedar teman seperjuangan tapi kekeluargaan ini tetap terjaga.
- ✓ Almamaterku

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji bagi Allah yang Maha Pengasih dan Penyayang, yang memberi ilmu, inspirasi, dan kemuliaan. Atas kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“PENGARUH VARIASI BENTUK KAMPUH TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK PADA PROSES PENGELASAN BAJA SS400 DENGAN METODE SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)”**.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Dr. Suharno S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I, yang dengan penuh kesabaran memberikan motivasi, dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Dr. Indah Widiastuti, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang dengan penuh semangat memberikan motivasi dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Teman-teman PTM FKIP UNS Angkatan 2013
6. Teman-teman 1 tim penelitian.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan penulis. Meskipun demikian, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca umumnya.

Surakarta, Agustus 2017

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGAJUAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN ABSTRAK.....	vi
HALAMAN MOTTO	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Pembatasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR, DAN HIPOTESIS	
A. Kajian Pustaka	6
1. Pengelasan SMAW (<i>Shielded Metal Arc Welding</i>).....	6
2. Baja Karbon	9
3. Bentuk Kampuh Las	11
4. Uji Struktur Mikro	14
5. Uji Kekerasan	16
6. Uji Kekuatan Tarik	17
B. Kerangka Berpikir	18

C. Hipotesis Penelitian	19
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian	20
1. Tempat Penelitian	20
2. Waktu Penelitian	20
B. Desain Penelitian	21
C. Teknik Pengumpulan Data	21
D. Instrumen Penelitian	22
E. Teknik Analisis Data	26
F. Prosedur Penelitian	28
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	33
1. Hasil Uji Struktur Mikro	33
2. Hasil Uji Kekerasan	35
3. Hasil Uji Kekuatan Tarik.....	37
B. Pembahasan	39
1. Analisis Hasil Uji Struktur Mikro	39
2. Analisis Hasil Uji Kekerasan	44
3. Analisis Hasil Uji Kekuatan Tarik.....	46
BAB V PENUTUP	
A. Simpulan	49
B. Implikasi	50
C. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Kelebihan dan Kelemahan SMAW	7
Tabel 2.2. Hubungan Diameter Elektroda dengan Arus Listrik.....	8
Tabel 2.3 Penggolongan Baja Kontruksi dan Sifatnya	10
Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Struktur Mikro.....	34
Tabel 4.2 Hasil Uji Kekerasan Spesimen tanpa las	35
Tabel 4.3 Hasil Uji Kekerasan Kampuh X	36
Tabel 4.4 Hasil Uji Kekerasan Kampuh V	36
Tabel 4.5 Hasil Uji Kekerasan Kampuh ½ V	36
Tabel 4.6. Data Hasil Uji Tarik Kampuh X	37
Tabel 4.7. Data Hasil Uji Tarik Kampuh V	38
Tabel 4.8. Data Hasil Uji Tarik Kampuh ½ V	38
Tabel 4.9. Data Hasil Uji Tarik Kampuh Raw.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Skema Pengelasan SMAW	7
2.2 Kampuh V (V tunggal).....	13
2.3 Kampuh X (V ganda).....	13
2.4 Kampuh ½ V (tirus tunggal)	14
2.5 Diagram CCT untuk Logam Las Baja	15
3.1. Paduan Baja SS400	22
3.2 Gerinda tangan.....	23
3.3 Jangka sorong.....	23
3.4 Bevel Protector.....	23
3.5 Kikir	24
3.6 Las SMAW.....	24
3.7 Alat Uji Tarik	24
3.8 Alat Uji kekerasan Vickers	25
3.9 Alat Uji Struktur Mikro	25
3.10 Pengambilan Titik Uji Struktur Mikro.....	26
3.11 Pengambilan Titik Uji Kekerasan	27
2.12 Diagram Alir Penelitian	28
3.13 Dimensi Kampuh V	29
3.14 Dimensi Kampuh X	29
3.15 Dimensi Kampuh ½ V.....	29
3.16 Dimesi Spesimen Uji Tarik.....	30
4.1. Spesimen Uji Kekerasan	35
4.2. Hasil Uji Struktur Mikro <i>Raw</i> Material baja SS400	39
4.3. Hasil Uji Struktur Mikro Kampuh X.....	40
4.4. Hasil Uji Struktur Mikro Kampuh V	41
4.5. Hasil Uji Struktur Mikro Kampuh ½ V.....	43
4.6. Hasil Uji Kekerasan.....	46
4.7. Hasil Uji Tegangan Tarik.....	48
4.8. Hasil Uji Regangan Tarik	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	53
2. Uji Kekuatan Tarik.....	57
3. Gambar Pengujian	60
4. <i>Mill Test Certificate</i>	62
5. Proses Pengelasan	63
6. Komposisi Kimia Elektroda	64
7. Hasil Pengujian	65

