

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH VARIASI GAS PELINDUNG PADA PENGELASAN**

**GMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO**

**SUS 409L**



**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Memperoleh**

**Gelar Sarjana Teknik Mesin**

**Jenjang Pendidikan Strata I (S1)**

**Disusun Oleh :**

**AAT PUJI LESTARI**

**41309110036**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2014**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aat Puji Lestari

NIM : 41309110036

Program studi : Teknik mesin

Fakultas : Teknik

Judul skripsi : "PENGARUH VARIASI GAS PELINDUNG PADA  
PENGELASAN GMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR  
MIKRO SUS 409L".

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang saya susun ini merupakan hasil pemikiran dan analisa saya sendiri, serta tidak dibuat oleh pihak luar, kecuali kutipan – kutipan referensi yang telah disebutkan sebelumnya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 8 September 2014

  
  
[Aat Puji Lestari]

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGARUH VARIASI GAS PELINDUNG PADA PENGELASAN GMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO SUS 409L

Disusun Oleh:

Nama : Aat Puji Lestari  
NIM : 41309110036  
Jurusan : Teknik Mesin

Pembimbing



[Nanang Rukhyat, ST, MT]

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir



[Dr. Ing. Darwin Sebayang]

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia, atas terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini walaupun masih jauh dari tarap kesempurnaan.

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan program Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana. tugas akhir ini merupakan penerapan ilmu yang bersifat teoritis yang didapat selama kuliah, yang kemudian diaplikasikan dilapangan lalu dilakukan penelitian untuk mengumpulkan data yang akurat sehingga menunjang penyusunan tugas akhir ini.

Keberhasilan penulis untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan dan bimbingannya, kepada :

1. Allah SWT, Pencipta alam semesta beserta isinya, berkah rahmat serta curahan hidayah – Nya untuk selalu bersyukur atas segala nikmat – Nya.
2. Kedua orang tua, saudara-saudaraku, Euis Rizkyani serta teman-teman yang telah memberikan motivasi baik moril maupun materil, yang sangat berarti pada penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Dr. Darwin Sebayang selaku ketua program studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Nanang Rukhyat, ST, MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, sekretaris program studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana sekaligus Koordinator mata kuliah Tugas akhir ini, yang selama ini sangat baik memberikan saran dan pandangan sehingga terselesainya laporan Tugas Akhir ini.

kuliah Tugas akhir ini, yang selama ini sangat baik memberikan saran dan pandangan sehingga terselesainya laporan Tugas Akhir ini.

5. Seluruh Bapak/ Ibu dosen Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang tidak bisa disebutkan satu per satu namanya, telah memberikan bimbingan dan pengajaran selama kami kuliah.

6. Seluruh rekan Angkatan XV PKK Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang saling memberikan semangat, motivasi dan arahan kepada penulis, semoga kita tetap kompak.

7. Rekan-rekan kerja di PT. DPM khususnya rekan-rekan yang telah membantu dan memberikan data data yang lengkap sehingga terselesainya laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan ini masih ada kekurangan, mengingat keterbatasan waktu, kemampuan dan sumber penulis dapatkan baik dari segi materi yang diuraikan maupun dari cara penyajiannya, akhir kata penulis mengharapkan adanya sumbangan saran yang dapat bermanfaat bagi penulis untuk memperbaiki isi laporan tugas akhir ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jakarta, 08 September 2014



Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I    PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	I.1
1.2. Rumusan Masalah.....	I.2
1.3. Batasan Masalah.....	I.2
1.4. Tujuan Penelitian.....	I.3
1.5. Metode penelitian.....	I.3
1.6. Sistematika Penulisan.....	I.4
<b>BAB II    LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Pengelasan.....	II.1
2.1.1. Klasifikasi Pengelasan (Las).....	II.2
2.2. GMAW ( <i>Gas Metal Arc Welding</i> ) .....	II.2
2.2.1. Variabel-Variabel Pengoperasian.....	II.3

2.3. Mesin Las.....	II.3
2.3.1 Panel Pengatur ( <i>Control System</i> ).....	II.4
2.3.2 Unit Pengumpan Elektroda.....	II.4
2.3.3. Kawat Elektroda.....	II.6
2.3.4 Gas Pelindung.....	II.7
2.3.5 Karakteristik <i>Co2</i> .....	II.7
2.4. Aplikasi Dan Parameter Pengelasan.....	II.8
2.4.1 Instalasi Peralatan.....	II.8
2.4.2 Laju Pendepositan.....	II.8
2.5. Pengaruh Variabel Pengoperasian.....	II.10
2.5.1 Tegangan Busur.....	II.10
2.6. Arus Pengelasan.....	II.11
2.6.1 Kecepatan Pengelasan.....	II.11
2.6.2 Elektroda Keluar ( <i>Electrode Stick Out</i> ) .....	II.12
2.7. Prosedur Pengelasan.....	II.12
2.7.1 Pengujian dan Pemeriksaan Las.....	II.13
2. 8. Uji Tarik ( <i>Tensile Test</i> ) .....	II.15
2. 9. Tinjauan Umum <i>Stainless steel</i> .....	II.16
2.10. Klasifikasi <i>Stanless Steel</i> .....	II.17
2.10.1. <i>Weldability Stainless Steel</i> .....	II.21
2.11. Struktur Mikro.....	II.21
2.11.1. Daerah Logam Las.....	II.21
2.11.2. Siklus Termal Daerah Lasan.....	II.23
2.11.3. Logam induk.....	II.24

2.12. Uji Kekerasan ( <i>Vickers Hardness Test</i> ) .....	II.25
2.13 Pengamatan Struktur Makro dan Mikro.....	II.25
2.14 Mikrostruktur.....	II.26

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1. Metode Penelitian.....	III.1
3.1.1. Idenifikasi Material.....	III.2
3.1.2. Pengujian Awal.....	III.3
3.1.3. Pengelasan GMAW ( <i>Gas Metal Arc Welding</i> ).....	III.3
3.1.4. Pengukuran.....	III.4
3.1.5. Pembuatan <i>Test Coupon</i> .....	III.4
3.1.6. Proses Pengelasan.....	III.5
3.1.7. Uji Tarik ( <i>Tensile Test</i> ).....	III.9
3.1.8. Pemeriksaan Metalografi.....	III.10
3.1.9. Pengujian Kekerasan Mikro.....	III.12

### **BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

4.1. Analisa.....	IV.1
4.2.1. Material.....	IV.1
4.2.2. Data pengujian Metalografi <i>Base Metal</i> sebelum pengelasan...	IV.3
4.2.3. Data pengujian kekerasan <i>Base Metal</i> sebelum pengelasan....	IV.4
4.2.4. Uji Tarik ( <i>Tensile Strength Test</i> ) sebelum pengelasan.....	IV.7
4.2.5. Proses Pengelasan.....	IV.11
4.2.6. Uji Tarik ( <i>Tensile Strength Test</i> ) Setelah Pengelasan.....	IV.14
4.2.7. Data Pengujian Metalografi Setelah Pengelasan.....	IV.21



4.2.8. Data Pengujian Kekerasan Setelah Proses Pengelasan.....	IV.28
4.3. Pembahasan.....	IV.30
4.3.1. Komposisi Kimia.....	IV.30
4.2.2. Pengelasan.....	IV.30
4.2.3. Hasil Pengujian Kekerasan.....	IV.31
4.2.4. Hasil Pengujian Tarik.....	IV.34
4.2.5. Hasil Pengujian Struktur Mikro.....	IV.36

#### **BAB IV PENUTUP**

4.1. Simpulan .....	V.1
4.1. Saran .....	V.3

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **DAFTAR ACUAN**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema definisi proses pengelasan.....	II.1
Gambar 2.2 GMAW ( <i>Gas Metal Arc Welding</i> ).....	II.3
Gambar 2.3 Pengumpan beroda empat beralur.....	II.5
Gambar 2.4 Pemegang elektroda pada GMAW semi otomatis dan otomatis.....	II.6
Gambar 2.5 Beberapa jenis bentuk elektroda GMAW.....	II.6
Gambar 2.6 Hubungan antara arus pengelasan dan diameter elektroda.....	II.8
Gambar 2.7 Diagram tegangan-regangan.....	II.16
Gambar 2.8 Hubungan kadar karbon dengan struktur mikro.....	II.19
Gambar 2.9 Arah pebekuan logam las.....	II.22
Gambar 2.10 Siklus termal daerah lasan.....	II.24
Gambar 2.11 Perubahan sifat fasis pad alas cair.....	II.25
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	III.1
Gambar 3.2 Dimensi tes coupon.....	III.4
Gambar 3.3 Tes coupon Argoshield.....	III.5
Gambar 3.4 Tes coupon Karbon Dioksida.....	III.5
Gambar 3.5 Welding bead.....	III.6
Gambar 3.6 Hasil pengelasan Argoshield.....	III.7
Gambar 3.7 Hasil pengelasan Carbon Dioksida.....	III.7
Gambar 3.8 Specimen uji tarik.....	III.8
Gambar 3.9 Prinsip kerja uji tarik.....	III.9
Gambar 3.10 Diagram alir proses metalografi.....	III.10
Gambar 3.11 Skema pengambilan sampel pemeriksaan struktur mikro.....	III.11

Gambar 3.12 Posisi penekanan pada kekerasan Vicker.....	III.13
Gambar 4.1 Struktur mikro base metal pembesaran 200X.....	IV.3
Gambar 4.2 Struktur mikro base metal pembesaran 400X.....	IV.3
Gambar 4.3 Lokasi uji kekerasan base metal awal.....	IV.5
Gambar 4.4 Hasil uji tarik.....	IV.8
Gambar 4.5 Grafik hasil uji tarik base metal.....	IV.8
Gambar 4.6 Layer pengelasan.....	IV.13
Gambar 4.7 Hasil uji tarik pengelasan dengan gas Argoshield.....	IV.14
Gambar 4.8 Hasil uji tarik pengelasan dengan gas Karbon Dioksida.....	IV.15
Gambar 4.9 Grafik hasil uji tarik pengelasan dengan gas Argoshield.....	IV.15
Gambar 4.10 Grafik hasil uji tarik pengelasan dengan gas Karbon Dioksida...	IV.16
Gambar 4.11 Hasil uji tarik pengelasan dengan gas Argoshield.....	IV.14
Gambar 4.12 Lokasi pengambilan struktur mikro logam hasil las.....	IV.21
Gambar 4.13 Struktur mikro logam induk Argoshield pembesaran 200X.	IV.22
Gambar 4.14 Struktur mikro logam induk Argoshield pembesaran 400X.	IV.22
Gambar 4.15 Struktur mikro logam HAZ Argoshield pembesaran 200X..	IV.23
Gambar 4.16 Struktur mikro logam HAZ Argoshield pembesaran 400X..	IV.23
Gambar 4.17 Struktur mikro logam las Argoshield pembesaran 200X....	IV.24
Gambar 4.18 Struktur mikro logam las Argoshield pembesaran 400X....	IV.24
Gambar 4.19 Struktur mikro logam induk Co2 pembesaran 200X.....	IV.25
Gambar 4.20 Struktur mikro logam induk Co2 pembesaran 400X.....	IV.25
Gambar 4.21 Struktur mikro logam HAZ Co2 pembesaran 200X.....	IV.26
Gambar 4.22 Struktur mikro logam HAZ Co2 pembesaran 400X.....	IV.26
Gambar 4.23 Struktur mikro logam las Co2 pembesaran 200X.....	IV.27

Gambar 4.24 Struktur mikro logam las Co2 pembesaran 400X.....	IV.27
Gambar 4.25 Lokasi titik pengujian kekerasan setelah pengelasan.....	IV.29
Gambar 4.26 Grafik nilai kekerasan base metal.....	IV.31
Gambar 4.27 Grafik nilai kekerasan setelah pengelasan.....	IV.34
Gambar 4.28 Grafik hasil pengujian tarik.....	IV.36

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Efisiensi proses pengelasan.....	II.11
Tabel 2.2 Pengujian sifat mampu las .....	II.14
Tabel 2.3 Pembagian logam dalam pengujian.....	II.15
Tabel 2.4 Perbandingan sifat mekanik <i>Stainless Steel</i> .....	II.20
Tabel 4.1 Analisa komposisi kimia.....	IV.2
Tabel 4.2 Hasil penguji kekerasan <i>Base Metal</i> awal.....	IV.7
Tabel 4.3 Parameter pengelasan.....	IV.12
Tabel 4.1 Komposisi kimia elektroda .....	IV.13
Tabel 4.5 Nilai kekerasan pada logam induk setelah pengelasan.....	IV.29
Tabel 4.6 Nilai kekerasan pada logam HAZ setelah pengelasan.....	IV.29
Tabel 4.7 Nilai kekerasan pada logam las setelah pengelasan.....	IV.29
Tabel 4.8 Hasil pengujian tarik.....	IV.36

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

<b>SIMBOL</b>	<b>NAMA</b>	<b>KETERANGAN SATUAN</b>
$A_0$	Luas penampang awal	$\text{mm}^2$
$A_1$	Luas penampang akhir	$\text{mm}^2$
$E$	Modulus elastic	$\text{N/mm}^2$
$E_1$	Tegangan listrik	Volt
$F_{\text{maks}}$	Beban maksimum	N
$F_y$	Beban luluh	N
HI	Masukan panas	Joule/mm
I	Arus listrik	Ampere
L	Panjang	mm
T	Kecepatan pengelasan	mm/menit
$\Delta L$	Perubahan panjang	mm
e	Perpanjangan	%
a	Reduksi penampang	%
r	Radius	mm
$\sigma_u$	Kekuatan tarik	$\text{N/mm}^2$
$\sigma_y$	Kekuatan luluh	$\text{N/mm}^2$

ASME	:	American Society for Mechanical Engineers
ASTM	:	American Society for Testing Material
AWS	:	American Welding Society
DC	:	Direct Current
DCRP	:	Direct Current Reverse Polarity
GMAW	:	Gas Metal Arc Welding
FCAW	:	Flux Cored arc Welding
HAZ	:	Heat Affected Zone
HI	:	Heat Input
VHN	:	Vicker Hardness Number