

**PENGARUH GAS PELINDUNG GAS ARGON DAN GAS KARBON  
DIOKSIDA TERHADAP KEKUATAN MEKANIK SAMBUNGAN LAS  
FRICTION STIR WELDING (FSW) PADA ALUMINIUM 5052**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat  
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh:  
IKHSAN NUDIN  
20110130073**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2015**

LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR  
PENGARUH GAS PELINDUNG GAS ARGON DAN GAS KARBON  
DIOKSIDA TERHADAP KEKUATAN MEKANIK SAMBUNGAN LAS  
FRICTION STIR WELDING (FSW) PADA ALUMINIUM 5052

Disusun Oleh :

IKHSAN NUDIN

NIM 20110130073

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I



Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D

NIK 19720222200310123054

Dosen Pembimbing II



Muh. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng

NIP 197905232005011001

Penguji



Totok Suwanda, S.T., M.T.

NIK 19690304199603 123 024

Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan untuk  
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal <sup>2/6</sup> 2015

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Novi Carako, S.T., M.Eng

NIP 197911132005011001

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Ikhsan Nudin**

NIM : **20110130073**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul : **Pengaruh Gas Pelindung Gas Argon Dan Gas Karbon Dioksida Terhadap Kekuatan Mekanik Dengan Friction Stir Welding (FSW) Pada Aluminium 5052** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, Desember 2015

Yang menyatakan

Ikhsan Nudin  
20110130073

## ABSTRAK

FSW adalah proses penyambungan material logam dalam kondisi solid, yang berarti pengelasan FSW tersebut dilakukan tanpa mencapai titik leleh dari material logam yang digunakan (sekitar 80-90% dari temperature leleh material logam itu). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbedaan gas pelindung terhadap sifat mekanis pada sambungan FSW Aluminium 5052.

Plat aluminium 5052 dengan ukuran awal 160 mm x 110 mm dengan tebal 5 mm, kemudian dipotong menjadi dua bagian yaitu 160 mm x 55 mm. Setelah itu disambung menggunakan metode FSW dengan variasi gas pelindung. Lalu diamati kekuatan tarik diuji dengan mesin uji tarik, nilai kekerasan dengan alat uji vikers, dan struktur mikro dengan mikroskop optik dan SEM. Pengelasan menggunakan putaran pada mesin 3600 rpm dan variasi laju *feed rate* 60 mm/menit dengan variasi penggunaan gas pelindung argon dan karbondioksida.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi ke terendah terjadi pada penggunaan gas pelindung argon kemudian karbon dioksida sebesar 160 MPa dan 149 MPa. Regangan tarik tertinggi ke terendah terjadi pada penggunaan gas pelindung argon kemudian karbon dioksida sebesar 3,4% dan 2,9%. Nilai kekerasan tertinggi ke terendah terjadi pada penggunaan gas pelindung argon kemudian karbon dioksida sebesar 87,8 HVN dan 69,6 HVN. Hasil uji SEM-EDS terlihat peningkatan nilai partikel Magnesium dan terjadi penurunan nilai partikel Kromium sebagai unsur pendukung utama pada Aluminium seri 5052. Tetapi juga munculnya partikel Karbon dan Oksigen. Munculnya unsur Karbon dan Oksigen dikarenakan penggunaan tool pada pengelasan FSW yang terbuat dari baja dan saat melakukan proses pengelasan FSW diruang terbuka dan tercampur dengan udara sekitar yang banyak mengandung unsur oksigen.

**Kata kunci** : *Friction Stir Welding, kekuatan tarik, regangan, mikrostruktur*

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum WR. WB.*

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan hidayah dan karunianya sehingga dapat tersusunnya tugas akhir ini sesuai yang diharapkan dan terlaksana dengan baik. Hanya dengan ijin-Nya, segala urusan yang rumit menjadi mudah.

Tugas akhir ini mencakup penggunaan zat aditif bahan bakar dan alat penghemat bahan bakar sebagai campuran bahan bakar. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, banyak kendala baik teknis maupun nonteknis yang penyusun alami, namun hal tersebut tidak menyurutkan langkah penyusun dalam menyelesaikan tugas akhir. Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna baik dari segi materi maupun metodologinya. Oleh karena itu kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan guna penyempurnaan tugas akhir ini bagi penyusun lebih lanjut dan mendalam pada masa-masa yang akan datang.

Dari proses awal hingga akhir penyusunan tugas akhir ini, banyak pihak yang telah memberikan dukungan, untuk itu penyusun tidak lupa menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan berpartisipasi dalam penyusunan tugas akhir ini.

1. Bapak Novi Caroko S.T.,M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Aris Widy Nugroho, S.T.,M.T.Ph.D, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan Tugas Akhir.
3. Bapak Muh. Budi Nur Rahman,S.T.,M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan Tugas Akhir.
4. Bapak Totok Suwanda,S.T.,M.T., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan dan bimbingan Tugas Akhir.

5. Kedua orang tua, Ayah dan Ibunda tercinta , dan saudara-saudaraku yang senantiasa selalu mendoakan, memberikan dorongan semangat, kasih sayang, dengan penuh kesabaran dan tanpa henti.
6. Staff pengajar, Laboran dan Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2011 yang telah memberi dorongan, masukan dan semangat selama penelitian.
8. Semua pihak yang telah banyak membantu penyusun dalam menyelesaikan Tugas Akhir, yang tak dapat kami sebutkan semua satu per satu.

Karena keterbatasan dalam pengetahuan dan pengalaman, kami menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dalam Tugas Akhir kami ini. Maka kritik dan saran dari anda sangat kami harapkan untuk pengembangan selanjutnya. Besar harapan kami sekecil apapun informasi yang ada dibuku kami ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

*Wassalamu'alaikum WR. WB.*

Yogyakarta, Desember 2015

Penulis,

Ikhsan Nudin

20110130073

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN UJIAN PENDADARAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Pengertian Pengelasan.....	6

2.2.2 Jenis Pengelasan Secara SSW .....	7
2.2.3 Daerah Pengelasan Pada <i>Friction Stir Welding</i> .....	9
2.2.4 Parameter Pengelasan.....	10
2.2.5 Keuntungan .....	10
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>11</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	11
3.2 Tempat Penelitian.....	12
3.3 Alat dan Bahan.....	12
3.3.1 Alat yang Digunakan Dalam Penelitian .....	12
3.3.2 Bahan yang Digunakan Dalam Penelitian.....	15
3.4 Proses Penelitian .....	17
3.4.1 Proses Pembuatan Tool .....	17
3.4.2 Proses Pengelasan.....	17
3.4.3 Proses Pengujian.....	18
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1 Hasil Pengelasan Friction Stir Welding .....	26
4.2 Hasil Uji Komposisi Logam.....	27
4.3 Hasil Uji Struktur Makro dan Mikro.....	28
4.4 Hasil Uji SEM.....	31



4.5 Hasil Uji Kekerasan Vickers.....	34
4.6 Hasil Uji Tarik.....	37
4.7 Fraktografi.....	40
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>43</b>
5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran.....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Prinsip <i>Friction Stir Welding</i> .....	7
<b>Gambar 2.2</b> <i>Friction Linier Welding</i> .....	8
<b>Gambar 2.3</b> Prinsip <i>Continous Drive Friction Welding</i> .....	8
<b>Gambar 2.4</b> Struktur Mikro Hasil Pengelasan dengan Metode <i>Friction Stir Welding</i> .....	9
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Percobaan FSW Pada Plat Aluminium .....	11
<b>Gambar 3.2</b> Mesin Milling .....	13
<b>Gambar 3.3</b> Gerinda .....	13
<b>Gambar 3.4</b> Tachometer .....	14
<b>Gambar 3.5</b> Plat Aluminium.....	15
<b>Gambar 3.6</b> Desain Tool.....	17
<b>Gambar 3.7</b> Sketsa Penyemprotan Gas Pelindung .....	18
<b>Gambar 3.8</b> Alat Uji Komposisi .....	20
<b>Gambar 3.9</b> Kurva Tegangan Tarik.....	21
<b>Gambar 3.10</b> Skema Uji Tarik Menurut ASTM E8 .....	22
<b>Gambar 3.11</b> Pengujian Vickers.....	24
<b>Gambar 3.12</b> Bentuk Indentor .....	24
<b>Gambar 4.1</b> Hasil Pengelasan FSW dengan Gas Pelindung Argon dan Gas Pelindung Karbon Dioksida .....	26
<b>Gambar 4.2</b> Struktur Makro Sambungan Las FSW dengan Variasi Gas Pelindung Argon dan Karbon Dioksida .....	28
<b>Gambar 4.3</b> Struktur Mikro Base Metal Aluminium 5052 Setelah Pengujian Mikrostruktur.....	29
<b>Gambar 4.4</b> Struktur Mikro Daerah HAZ Aluminium 5052 dengan Variasi Gas Pelindung Argon dan Gas Karbon Dioksida Setelah Pengujian Mikrostruktur.....	29
<b>Gambar 4.5</b> Struktur Mikro Daerah Weld Nugget Aluminium 5052 dengan Variasi Gas Pelindung Argon dan Gas Karbon Dioksida Setelah Pengujian Mikrostruktur.....	30

<b>Gambar 4.6</b> Hasil Pengujian SEM Di Daerah Lasan FSW Menggunakan Gas Pelindung Argon.....	31
<b>Gambar 4.7</b> Hasil Pengujian SEM Di Daerah Lasan FSW Tanpa Menggunakan Gas Pelindung.....	32
<b>Gambar 4.8</b> Hasil EDS Di Daerah Lasan FSW dengan Menggunakan Gas Pelindung Argon. . . . .	32
<b>Gambar 4.9</b> Hasil EDS Di Daerah Lasan FSW Tanpa Menggunakan Gas Pelindung . . . . .	33
<b>Gambar 4.10</b> Grafik Kekerasan Terhadap Pengaruh Jarak Dari Pusan Lasan ....	35
<b>Gambar 4.11</b> Grafik Kekerasan Terhadap Pengaruh Gas Pelindung .....	35
<b>Gambar 4.12</b> Grafik Uji Tarik Dari Spesimen yang Diuji .....	37
<b>Gambar 4.13</b> Grafik Variasi Gas Pelindung Terhadap Regangan.....	38
<b>Gambar 4.14</b> Grafik Variasi Gas Pelindung Terhadap Modulus Elastisitas .....	39
<b>Gambar 4.15</b> Grafik Variasi Gas Pelindung Terhadap UTS dan Yield Strength	39
<b>Gambar 4.16</b> Tampak Atas Bagian Patahan Pada Pengelasan .....	40
<b>Gambar 4.17</b> Tampak Samping Bagian Patahan Pada Pengelasan .....	41
<b>Gambar 4.18</b> Bagian Patahan Pada Pengelasan.....	41

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Sifat Mekanik Aluminium 5052.....	16
<b>Tabel 3.2</b> Kandungan Unsur Aluminium 5052 Pada ASM Aluminium 5052- H34.....	16
<b>Tabel 3.3</b> Rancangan Perhitungan Data Uji Tarik.....	23
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Uji Komposisi Logam Aluminium .....	27
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Perbandingan Uji Komposisi Logam dengan Hasil EDS .....	33
<b>Tabel 4.3</b> Data Hasil Pengujian Kekerasan Vickers (VHN) .....	34

## DAFTAR NOTASI

LSW = *Liquid State Welding*

SSW = *Solid State Welding*

GTAW = *Gas Tungsten Arc Welding*

SMAW = *Shielded Metal Arc Welding*

TIG = *Tungsten Inert Gas*

SAW = *Submerged Arc Welding*

PAW = *Plasma Arc Welding*

HAZ = *Heat Affected Zone*

FLW = *Friction Linier Welding*

FSW = *Friction Stir Welding*

CDFW = *Countinous Drive Friction Welding*

AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = *Oksida Aluminium*

Ar = *Argon*

TMAZ = *Thermomechanically Affected Zone*

SEM = *Scanning Electron Microscope*

ASM = *Aerospace Specification Metal*

ASTM = *Standard Test Methods of Tension Testing Wrought and Cast  
Aluminum- and Magnesium-Alloy Products (Metric)*

Al = *Aluminium*

Cr = *Chromium*

Cu = Copper

Fe = Ferro

Mg = Magnesium

Mn = Mangan

Si = Silicon

Zn = Zinc

C = Carbon

O = Oksigen

MPa = Mega Pascal

Psi = Pound Square Inch

GPa = Giga Pascal

Ksi = Kilo-Pound Per Inchi Persegi

VHN = *Vickers Hardnes Number*

WN = Weld Nugget

BM = Base Metal

EDS = Energy Dispersive X-ray Spectroscopy

RPM = Rotation Per Minute

RM = Raw Material

UTS = *Ultimate Tensile Strength*

YS = *Yield strength*

CO<sub>2</sub> = Karbon dioksida