

**PENGARUH KECEPATAN PUTAR *TOOL* TERHADAP SIFAT  
MEKANIK SAMBUNGAN ALLUMINIUM 1XXX DENGAN  
METODE *FRICITION STIR WELDING***

**TUGAS AKHIR**

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



**Disusun Oleh:**

**Tri Angga Prasetyo**

**20120130136**

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

**2015**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH KECEPATAN PUTAR *TOOL* TERHADAP SIFAT MEKANIK  
SAMBUNGAN ALUMINIUM 1XXX DENGAN METODE  
*FRICTION STIR WELDING***

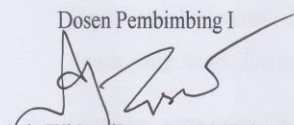
Disusun Oleh :

**Tri Angga Prasetyo**  
20120130136

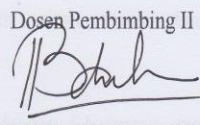
Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji  
Pada Tanggal 07 September 2016

Susunan Tim Penguji :


Dosen Pembimbing I

  
**Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D.**  
NIK. 19700301199509 123 022

Dosen Pembimbing II

  
**Muh. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng.**  
NIP. 197905232005 01 1 001

Penguji

  
**Sunardi, S.T., M.Eng.**  
NIK. 19770210201410 123 068

Tugas Akhir Ini Telah Dinyatakan Sah Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk  
Memperoleh Gelar S-1 Sarjana Teknik

Tanggal... 15/09/16

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Mesin

  
**Novi Caroko, S.T., M.Eng.**  
NIP. 19791113200501 1 001

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Tri Angga Prasetyo**

NIM : **20120130136**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul : **PENGARUH KECEPATAN PUTAR *TOOL* TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN ALUMINIUM 1XXX DENGAN METODE *FRICTION STIR WELDING*** 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, September 2016

Yang menyatakan

Tri Angga Prasetyo  
20120130136

## INTI SARI

*Friction Stir Welding* (FSW) adalah sebuah metode pengelasan gesek, yang pada prosesnya tidak memerlukan bahan penambah atau pengisi. Panas yang digunakan untuk melunakkan logam kerja dihasilkan dari gesekan antara benda yang berputar (*pin*) dengan benda yang diam (*benda kerja*). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar *tool* terhadap sifat mekanis pada FSW Alluminium 1xxx.

Material yang digunakan dalam penelitian ini yaitu aluminium 1xxx dengan dimensi 1700 mm x 50 mm dan ketebalan 3,5 mm. Kecepatan putar *tool* yang digunakan berturut-turut yaitu 3310 RPM, 2220RPM, dan 1300 RPM, sedangkan *feed rate* menggunakan 20 mm/menit. Hasil penyambungannya diamati dengan cara diuji tarik sesuai standart ASTM E-8, uji kekerasan makro vickers, melihat struktur makro dan mikro.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan putaran *tool* mengakibatkan struktur makro lasan semakin sedikit terjadi cacat *joint line remnant* dan pada struktur mikro mengakibatkan butiran atom semakin rapat dan seragam. Untuk hasil kekerasannya peningkatan putaran *tool* mengakibatkan nilai kekerasannya meningkat, nilai kekerasan tertinggi terjadi pada putaran 3310 RPM dengan nilai 28 VHN. Pada hasil kekuatan tariknya bahwa peningkatan putaran *tool* mengakibatkan kuat tariknya juga meningkat, adapun nilai kuat tarik tertinggi terjadi pada putaran 3310 RPM dengan nilai 108,07 MPa. Sedangkan untuk patahan las yang terjadi peningkatan putaran *tool* mengakibatkan material mengalami patah mendekati base metalnya.

Keyword: Aluminium 1xxx, FSW, Kecepatan Putar.

## 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 pengaruh kecepatan putar *tool* terhadap sambungan alumunium lxxx dengan metode *friction stir welding*. 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 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 Widyo Nugroho. S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan Tugas Akhir.
3. Bapak Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan Tugas Akhir.

4. Bapak Sunardi, S.T., M.Eng. Selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan perbaikan yang berharga dalam penyusunan tugas akhir ini.
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 2012 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, September 2016

Penyusun,

Tri Angga Prsetyo  
20120130136

## 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>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</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 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 .....	6
2.2.3. Daerah Pengelasan Pada <i>Friction Stir Welding</i> .....	8
2.2.4. Parameter Pengelasan.....	9
2.2.5. Keuntungan .....	10
2.2.6. Aplikasi <i>Friction Stir Welding</i> .....	10
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>11</b>
3.1. Diagram Alir Penelitian .....	11
3.2. Alat dan Bahan.....	12

3.2.1. Alat yang Digunakan Dalam Penelitian .....	12
3.2.2. Bahan yang Digunakan Dalam Penelitian.....	16
3.4. Proses Penelitian .....	17
3.4.1. Proses Pembuatan Tool .....	17
3.4.2. Proses Pengelasan.....	18
3.4.3. Proses Pengujian.....	18
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
4.1. Hasil Pengelasan Friction Stir Welding .....	23
4.2. Hasil Struktur Makro dan Mikro.....	24
4.3. Hasil Uji Kekerasan .....	28
4.4. Hasil Uji Tarik.....	30
4.5. Hasil Faktografi.....	35
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>37</b>
5.1. Kesimpulan .....	37
5.2. Saran.....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>41</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Prinsip <i>Friction Stir Welding</i> .....	7
Gambar 2.2. <i>Friction Linier Welding</i> .....	8
Gambar 2.3. Prinsip <i>Continous Drive Friction Welding</i> .....	8
Gambar 2.4. Struktur Mikro Hasil Pengelasan dengan Metode <i>Friction Stir Welding</i> .....	9
Gambar 2.5. Aplikasi FSW .....	10
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian FSW Pada Plat Aluminium.....	11
Gambar 3.2. Mesin Milling.....	13
Gambar 3.3. Mesin Bubut.....	13
Gambar 3.4. Termometer .....	14
Gambar 3.5. <i>Tachometer</i> .....	14
Gambar 3.6. Mesin Uji Kekerasan Vicker .....	15
Gambar 3.7. Mesin Uji Struktur Mikro.....	16
Gambar 3.8. Desain <i>Tool</i> .....	17
Gambar 3.9. <i>Tool</i> yang Digunakan .....	17
Gambar 3.10. Kurva Tegangan Regangan .....	19
Gambar 3.11. Skema Uji Tarik Standart ASTM E8 .....	20
Gambar 3.12. Pengujian Vickers .....	22
Gambar 4.1. Skema Proses Pengelasan.....	24
Gambar 4.2. Hasil Pengelasan FSW Terhadap Variasi Putaran <i>Tool</i> .....	24
Gambar 4.3. Struktur Mikro Sambungan las FSW .....	26
Gambar 4.4. Struktur Mikro Sambungan Las FSW.....	27
Gambar 4.5. Skema Hasil Pengujian Kekerasan.....	28
Gambar 4.6. Grafik Distribusi Kekerasan Hasil Pengelas FSW .....	29
Gambar 4.7. Grafik Hubungan Putaran <i>Tool</i> Terhadap Kekerasan .....	29
Gambar 4.8. Grafik Uji Tarik Hasil Pegelasan FSW .....	31
Gambar 4.9. Grafik Grafik Hubungan Antara Variasi Putaran <i>Tool</i> Terhadap UTS dan YS Pada FSW.....	31

Gambar 4.10. Grafik Hubungan Antara Variasi Putaran <i>Tool</i> Terhadap Regangan Pada FSW.....	33
Gambar 4.11. Grafik Hubungan Antara Variasi Putaran <i>Tool</i> Terhadap Modulus Elastisitas Pada FSW .....	34
Gambar 4.12. Tampak Depan dan Samping Patahan Las FSW.....	35

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1. Nilai Hasil Uji Kekerasan .....	28
Tabel 4.2. Tabel Perbandingan Hasil Penelitian Sekarang dan Penelitian Terdahulu .....	34

## DAFTAR NOTASI

SSW = *Solid State Welding*

TIG = *Tungsten Inert Gas*

HAZ = *Heat Affected Zone*

FLW = *Friction Linier Welding*

FSW = *Friction Stir Welding*

CDFW = *Countinous Drive Friction Welding*

TMAZ = *Thermomechanically Affected Zone*

ASTM = *American Society for Testing and Material*

Al = *Aluminium*

MPa = *Mega Pascal*

GPa = *Giga Pascal*

VHN = *Vickers Hardnes Number*

WN = *Weld Nugget*

RPM = *Rotation Per Minute*

RM = *Raw Material*

UTS = *Ultimate Tensile Strength*

YS = *Yield strength*