

**PENGARUH PUTARAN *TOOL* TERHADAP SIFAT-SIFAT MEKANIS
SAMBUNGAN PADA ALUMINIUM 5051 DENGAN METODE *FRICTION*
*STIR WELDING***

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:

AJI MERDIYANTO

20120130135

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

2016

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Aji Merdiyanto**

NIM : **20120130135**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul : **PENGARUH PUTARAN *TOOL* TERHADAP SIFAT-SIFAT MEKANIS SAMBUNGAN PADA ALUMINIUM 5051 DENGAN METODE *FRICITION 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, Agustus 2016

Yang menyatakan

Aji Merdiyanto
20120130135

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 putaran *tool* terhadap alumunium 5051 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 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 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 Totok Suwanda, S.T., M.T. 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, Agustus 2016

Penulis,

Aji Merdiyanto

20120130135

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN PENDADARAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
INTISARI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori.....	5
2.2.1 Pengertian Pengelasan.....	5

2.2.2 Jenis Pengelasan Secara SSW	5
2.2.3 Bentuk Pin <i>Tool</i> Kerucut	7
2.2.4 Daerah Pengelasan Pada <i>Friction Stir Welding</i>	8
2.2.5 Parameter Pengelasan	9
2.2.6 Keuntungan	9
2.2.7 Aplikasi <i>Friction Stir Welding</i>	10
BAB III METODE PENELITIAN	11
3.1 Diagram Alir Penelitian	11
3.2 Tempat Penelitian.....	12
3.3 Alat dan Bahan.....	13
3.3.1 Alat yang Digunakan Dalam Penelitian	13
3.3.2 Bahan yang Digunakan Dalam Penelitian.....	18
3.4 Proses Penelitian	19
3.4.1 Proses Pembuatan <i>Tool</i>	19
3.4.2 Proses Pengelasan.....	20
3.4.3 Proses Pengujian.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil Pengelasan <i>Friction Stir Welding</i>	27
4.2 Hasil Uji Struktur Makro dan Mikro.....	29
4.3 Hasil Uji Kekerasan Vickers.....	33
4.4 Hasil Uji Tarik.....	36
4.5 Fraktografi.....	40
BAB V PENUTUP.....	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44

LAMPIRAN.....	46
Lampiran 1 hasil pengujian kekerasan vickers pada putaran tool 1300 dan 2200 rpm	46
Lampiran 2 hasil pengujian kekerasan vickers pada putaran tool 3300 dan logam induk.....	47
Lampiran 3 hasil pengujian tarik standar ASTM E8 pada raw material.....	48
Lampiran 4 hasil pengujian tarik standar ASTM E8 pada putaran <i>tool</i> 1300 rpm.	49
Lampiran 5 hasil pengujian tarik standar ASTM E8 pada putaran <i>tool</i> 1300 rpm.	50
Lampiran 6 hasil pengujian tarik standar ASTM E8 pada putaran <i>tool</i> 1300 rpm.	51
Lampiran 7 hasil pengujian tarik standar ASTM E8 pada putaran <i>tool</i> 2200 rpm.	52
Lampiran 8 hasil pengujian tarik standar ASTM E8 pada putaran <i>tool</i> 2200 rpm.	53
Lampiran 9 hasil pengujian tarik standar ASTM E8 pada putaran <i>tool</i> 2200 rpm.	54
Lampiran 10 hasil pengujian tarik standar ASTM E8 pada putaran <i>tool</i> 3300 rpm.	55
Lampiran 11 hasil pengujian tarik standar ASTM E8 pada putaran <i>tool</i> 3300 rpm.	56
Lampiran 12 hasil pengujian tarik standar ASTM E8 pada putaran <i>tool</i> 3300 rpm.	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip <i>Friction Stir Welding</i>	6
Gambar 2.2 <i>Friction Linier Welding</i>	7
Gambar 2.3 Prinsip <i>Continuous Drive Friction Welding</i>	7
Gambar 2.4 Desain <i>Tool</i>	8
Gambar 2.5 Hasil Las	8
Gambar 2.6 Struktur Mikro Hasil Pengelasan dengan Metode <i>Friction Stir Welding</i>	9
Gambar 2.7 Aplikasi FSW	10
Gambar 3.1 Diagram Alir Percobaan FSW Pada Plat Aluminium	12
Gambar 3.2 Mesin Milling	13
Gambar 3.3 Gerinda	14
Gambar 3.4 Tachometer	14
Gambar 3.5 Thermometer	15
Gambar 3.6 Alat Uji Foto Makro	16
Gambar 3.7 Alat Uji Foto Mikro	16
Gambar 3.8 Alat Uji Tarik	17
Gambar 3.9 Alat Uji Kekerasan	17
Gambar 3.10 Plat Aluminium	18
Gambar 3.11 Desain <i>Tool</i>	19
Gambar 3.12 Profil Singkat Uji Tarik	22
Gambar 3.13 Kurva Tegangan-Regangan	24
Gambar 3.14 Skema Uji Tarik Menurut ASTM E8	25
Gambar 3.15 Pengujian Vickers	26
Gambar 3.16 Bentuk Indentor	26
Gambar 4.1 Hasil Pengelasan FSW dengan Variasi Putaran <i>Tool</i>	28
Gambar 4.2 Struktur Makro Sambungan Las FSW dengan Variasi Putaran <i>Tool</i>	30
Gambar 4.3 Struktur Mikro Base Metal Aluminium 5051 Setelah Pengujian Mikrostruktur	31

Gambar 4.4 Struktur Mikro Daerah HAZ Aluminium 5052 dengan Variasi Putaran <i>Tool</i> Setelah Pengujian Mikrostruktur	32
Gambar 4.5 Struktur Mikro Daerah Weld Nugget Aluminium 5051 dengan Variasi Putaran <i>tool</i> Setelah Pengujian Mikrostruktur.....	33
Gambar 4.6 Grafik Distribusi Kekerasan Dari Pusat Las.....	35
Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Putaran <i>Tool</i> Terhadap Kekerasan Pada Daerah Sambungan las.....	35
Gambar 4.8 Grafik <i>Tansile Strength</i> Dan <i>Tansile Yield</i> Pada Sambungan Las FSW Dengan Varisasi Putaran <i>Tool</i>	36
Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Putaran Tool Terhadap Regangan Hasil Las FSW.....	38
Gambar 4.10 Grafik Beban Perpanjangan Variasi Putaran Tool.....	39
Gambar 4.11 Penampang Patahan Uji Tarik	40
Gambar 4.12 Tampak Atas Bagian Patahan Pada Pengelasan	41

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sifat Mekanik Aluminium 5051.....	18
Tabel 3.2 Kandungan Unsur Aluminium 5051 Pada ASM Aluminium 5051 Matweb.....	19
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kekerasan.....	34

DAFTAR NOTASI

Al_2O_3 = Oksida Aluminium

Al = Aluminium

ASM = *Aerospace Specification Metal*

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

BM = Base Metal

CDFW = *Countinuous Drive Friction Welding*

Cr = Chromium

Cu = Copper

C = Carbon

Fe = Ferro

FLW = *Friction Linier Welding*

FSW = *Friction Stir Welding*

GPa = Giga Pascal

HAZ = *Heat Affected Zone*

Ksi = Kilo-Pound Per Inci Persegi

MIG = Metal Inert Gas

Mg = Magnesium

Mn = Mangan

MPa = Mega Pascal

O = Oksigen

Psi = Pound Square Inch

RPM = Rotation Per Minute

RM = Raw Material

Si = Silicon

SSW = *Solid State Welding*

TIG = *Tungsten Inert Gas*

TMAZ = *Thermomechanically Affected Zone*

UTS = *Ultimate Tensile Strength*

VHN = *Vickers Hardnes Number*

WN = Weld Nugget

YS = *Yield strength*

Zn = Zinc