

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI PUTARAN *TOOL* TERHADAP SAMBUNGAN LAS
ALUMINIUM 1XXX KETEBALAN 5 MM DENGAN METODE
PENGELASAN DUA SISI *FRICTION STIR WELDING***

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Bembi Aji Setiawan

20130130242

telah dipertahankan didepan Tim Penguji

pada tanggal 31 Maret 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

NIK : 19700307 199509 123022

Sunardi, S.T., M.Eng.

NIK : 19770210 201410 123068

Dosen Penguji

Dr. Bambang Riyanta, S.T., M.T

NIK : 19710124 199603 123025

Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Strata-1 Sarjana Teknik

Tanggal, 20 April 2018

Mengesahkan,

Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY

Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

NIK. 19740302 200104 123049

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Bembi Aji Setiawan**

NIM : **20130130242**

Dengan ini saya menyatakan bahwa sesungguhnya Tugas Akhir yang berjudul : **PENGARUH VARIASI PUTARAN *TOOL* TERHADAP SAMBUNGAN LAS ALUMINIUM 1xxx KETEBALAN 5 MM DENGAN METODE PENGELASAN DUA SISI *FRICTION STIR WELDING*** adalah hasil karya saya sendiridan tidak terdapat karya yang pernah diajukan pada instansi apapun, kecuali secara tertulis disebutkan sumbernya, 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 sesungguhnya dan apabila dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia mendapat sanksi akademik.

Yogyakarta, 20 April 2018

Yang menyatakan

Bembi Aji Setiawan

20130130242

MOTTO

"Sesuatu yang belum dikerjakan, seringkali tampak mustahil, kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukannya dengan baik."

-Evelyn Underhill-

"Barang siapa yang bersungguh sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut untuk kebaikan dirinya sendiri"

QS. Al-Ankabut : 6

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang tiada hentinya memberikan rahmat, hidayah dan karunianya kepada penulis sehingga laporan tugas akhir ini dapat tersusun sesuai yang diharapkan dan terlaksana dengan baik. Hanya dengan izin-Nya, segala urusan yang rumit menjadi mudah.

Tugas akhir ini mencakup pengaruh putaran *tool* terhadap sambungan las aluminium dengan metode pengelasan dua sisi *friction stir welding*. Dalam proses penyusunannya, 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.

Laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dengan adanya dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penyusun tidak lupa menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan berpartisipasi dalam penyusunan tugas akhir ini.

1. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho. S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan Tugas Akhir.
3. Bapak Sunardi, ST., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan Tugas Akhir.

4. Bapak Dr. Bambang Riyanta, S.T., M.T selaku dosen penguji yang telah bersedia memberikan bimbingan dan saran yang sangat bermanfaat.
5. Orang tuaku tercinta Bapak Khadiri dan Ibu Sri Wastati yang senantiasa mendoakan, memeberikan dorongan semangat, kasih sayang, dan juga dukungan moril maupun materiil.
6. Staff pengajar, Laboran dan Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Teman-teman Hore-Hore Squad dan teman-teman Teknik Mesin angkatan 2013 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 persatu.

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, 20 April 2018

Penulis,

Bembi Aji Setiawan

20130130242

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Pengertian Friction Stir Welding	8
2.2.2 Siklus Proses <i>Friction Stir Welding</i>	11
2.2.3 <i>Depth of Weld</i> dan Kemiringan <i>Tool</i>	11
2.2.4 Desain <i>Tool</i>	12
2.2.5 Gaya Pada Friction Stir Welding	13
2.3 Klasifikasi Paduan Aluminium.....	14
2.3.1 Pengertian Dasar Aluminium.....	14
2.3.2 Sifat-sifat Aluminium	15

2.3.3	Unsur-unsur Paduan Logam Aluminium	17
2.3.4	Standarisasi Aluminium	17
BAB III METODE PENELITIAN		20
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	20
3.2	Tempat Penelitian.....	21
3.3	Alat dan Bahan	21
3.3.1	Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian	21
3.3.2	Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian.....	26
3.4	Proses Penelitian.....	27
3.4.1	Proses Pembuatan <i>Tool</i> Pengelasan	27
3.4.2	Proses Pengelasan	27
3.4.3	Proses Pengujian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Hasil Pengelasan Pada FSW Dua Sisi	33
4.2	Hasil Foto Makro dan Mikro.....	36
4.2.1	Hasil Foto Makro	36
4.2.2	Hasil Foto Mikro	38
4.3	Hasil Uji Kekerasan.....	40
4.4	Hasil Uji Tarik.....	46
4.5	Fraktografi	50
BAB V KESIMPULAN		52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		54
LAMPIRAN.....		56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Dasar Proses FSW (Polmear, 1995).....	9
Gambar 2.2 Skema Kerja FSW (Polmear, 1995).....	9
Gambar 2.3 <i>Heat Zone</i> pada FSW (Rahayu, 2012)	10
Gambar 2.4 Skema <i>Stir Welding</i> (Polmear, 1995).....	11
Gambar 2.5 Konfigurasi Desain <i>Tool</i> FSW (Thomas dkk, 1991)	13
Gambar 2.6 Contoh Desain <i>Pin</i> pada <i>Tool</i> FSW (Elangovan & Balasubramanian, 2007)	13
Gambar 2.7 Gaya-gaya pada FSW (Rahayu, 2012).....	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian FSW Pada Plat Aluminium.....	20
Gambar 3.2 Milling Machine	21
Gambar 3.3 Mesin Bubut	22
Gambar 3.4 Gerinda Tangan	23
Gambar 3.5 <i>Tachometer</i>	23
Gambar 3.6 Infrared Thermometer	24
Gambar 3.8 Mesin Uji Tarik UTM	24
Gambar 3.9 Hardness Tester	25
Gambar 3.10 Mesin Uji Struktur Makro	25
Gambar 3.11 Mesin Uji Struktur Mikro.....	26
Gambar 3.12 Plat Aluminium	26
Gambar 3.13 Desain <i>tool</i> pengelasan.....	27
Gambar 3.15 Kurva Tegangan Tarik (Endartyana, 2013).....	29
Gambar 3.16 Skema uji tarik menurut ASTM E8.....	30
Gambar 3.17 (a) Pengujian <i>Vickers</i> , (b) Bentuk Indentor (William & Callister, 1985)	32
Gambar 4.1 Hasil pengelasan FSW dua sisi variasi putaran <i>tool</i> 950 rpm.....	33
Gambar 4.2 Hasil pengelasan FSW dua sisi variasi putaran <i>tool</i> 1500 rpm.....	34
Gambar 4.3 Hasil pengelasan FSW dua sisi variasi putaran <i>tool</i> 2300 rpm.....	34
Gambar 4.4 Proses Pengelasan	35

Gambar 4.5 Struktur makro sambungan las FSW dua sisi dengan variasi putaran <i>tool</i> (a) 950 rpm, (b) 1500 rpm dan (c) 2300 rpm.....	37
Gambar 4.6 Daerah Pengujian Struktur Mikro	38
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Struktur Mikro Aluminium 1xxx (a) <i>base metal</i> , (b) HAZ dan TMAZ, (c) <i>stir zone</i>	39
Gambar 4.8 Grafik distribusi kekerasan pengelasan FSW dua sisi variasi kecepatan putar <i>tool</i> 950 rpm.....	41
Gambar 4.9 Grafik distribusi kekerasan pengelasan FSW dua sisi variasi kecepatan putar <i>tool</i> 1500 rpm.....	42
Gambar 4.10 Grafik distribusi kekerasan pengelasan FSW dua sisi variasi kecepatan putar <i>tool</i> 2300 rpm.....	42
Gambar 4.11 Grafik distribusi kekerasan pengelasan FSW dua sisi dari semua variasi pengelasan	43
Gambar 4.12 Grafik pengaruh putaran <i>tool</i> terhadap kekerasan pada daerah sambungan las (titik 0).....	44
Gambar 4.13 Grafik Uji Tarik hasil FSW dua sisi Aluminium 1xxx	46
Gambar 4.14 Grafik pengaruh variasi putaran <i>tool</i> terhadap kekuatan tarik hasil las FSW dua sisi.....	47
Gambar 4.15 Grafik pengaruh variasi putaran <i>tool</i> terhadap regangan hasil las FSW dua sisi	48
Gambar 4.16 Penampang patahan spesimen uji tarik dengan kecepatan putar <i>tool</i> (a) 950 rpm, (b) 1500 rpm, (c) 2300 rpm, dan (d) <i>raw material</i>	50
Gambar 4.17 Patahan uji tarik tampak samping dengan kecepatan putar <i>tool</i> (a) 950 rpm, (b) 1500 rpm, (c) 2300 rpm, dan (d) <i>raw material</i>	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Aluminium AA 1100 berdasarkan <i>Actual Chemical and Mechanical Test Report in Imperial Nomenclature</i>	19
Tabel 3.5 Rancangan Perhitungan Data Uji Tarik	30
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kekerasan	40
Tabel 4.2 Perbandingan Nilai Uji Kekerasan dan Uji Tarik Penelitian Sekarang dengan Penelitian Terdahulu	45

DAFTAR NOTASI

Al	= <i>Aluminium</i>
AL ₂ O ₃	= <i>Oksida Aluminium</i>
ASTM	= <i>American Standard Testing and Material</i>
ASM	= <i>American Society for Materials</i>
BM	= <i>Base Metal</i>
C	= <i>Carbon</i>
Cr	= <i>Chromium</i>
Cu	= <i>Copper</i>
Fe	= <i>Ferro</i>
FSW	= <i>Friction Stir Welding</i>
GPa	= <i>Giga Pascal</i>
HAZ	= <i>Heat Affected Zone</i>
IADS	= <i>Internasional Alloy Designation System</i>
Ksi	= <i>Kilo-Pound Per Inci Persegi</i>
Mg	= <i>Magnesium</i>
Mn	= <i>Mangan</i>
MPa	= <i>Mega Pascal</i>
Psi	= <i>Pound Square Inch</i>
RPM	= <i>Rotation Per Minute</i>
Si	= <i>Silicon</i>
SSW	= <i>Solid State Welding</i>
TIG	= <i>Tungsten Inert Gas</i>
TMAZ	= <i>Thermomechanically Affected Zone</i>
UTS	= <i>Ultimate Tensile Strength</i>
VHN	= <i>Vickers Hardnes Number</i>
WN	= <i>Weld Nugget</i>
YS	= <i>Yield strength</i>
Zn	= <i>Zinc</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Uji Kekerasan 950 dan 1500 rpm.....	57
Lampiran 2 Hasil Uji Kekerasan 2300 rpm	58
Lampiran 3 Hasil Uji Kekerasan <i>Raw Material</i>	59
Lampiran 4 Hasil pengujian tarik spesimen 1 kecepatan 950 rpm	60
Lampiran 5 Hasil pengujian tarik spesimen 2 kecepatan 950 rpm	61
Lampiran 6 Hasil pengujian tarik spesimen 1 kecepatan 1500 rpm	62
Lampiran 7 Hasil pengujian tarik spesimen 2 kecepatan 1500 rpm	63
Lampiran 8 Hasil pengujian tarik spesimen 1 kecepatan 2300 rpm	64
Lampiran 9 Hasil pengujian tarik spesimen 2 kecepatan 2300 rpm	65
Lampiran 10 Hasil pengujian tarik spesimen 1 <i>raw material</i>	66
Lampiran 10 Hasil pengujian tarik spesimen 2 <i>raw material</i>	67