

TUGAS AKHIR

STUDI PENGELASAN FSW (*FRICTION STIR WELDING*) DENGAN BENTUK PENAMPANG PIN TOOL YANG BERBEDA PADA MATERIAL Al-Mg DENGAN TEMBAGA TERHADAP UJI TARIK,UJI KEKERASAN DAN FOTO STRUKTUR MIKRO



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Disusun:

IZHAR WIGUNA PRATAMA

NIM : D 200 14 0049

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

"Studi pengelasan FSW (*friction Stir Welding*) dengan bentuk penampang pin tool yang berbeda pada material Al-Mg dengan tembaga terhadap uji tarik, uji kekerasan dan foto struktur mikro"

Yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesajamaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 26 OKTOBER 2019.
Yang menyatakan



Izhar Wiguna Pratama



HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "**Studi pengelasan FSW (*friction Stir Welding*) dengan bentuk penampang pin tool yang berbeda pada material Al-Mg dengan tembaga terhadap uji tarik, uji kekerasan dan foto struktur mikro**" telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk diuji pada sidang tugas akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dipersiapkan oleh :

Nama : **IZHAR WIGUNA PRATAMA**

NIM : **D200 14 0049**

Disetujui pada

Hari : **SENIN**

Tanggal : **11 NOVEMBER 2019**

Pembimbing



Ir. Bibit Sugito, M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "Studi pengelasan FSW (friction Stir Welding) dengan bentuk penampang pin tool yang berbeda pada material Al-Mg dengan tembaga terhadap uji tarik, uji kekerasan dan foto struktur mikro", telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : IZHAR WIGUNA PRATAMA
NIM : D200 14 0049

Disahkan pada

Hari : SENIN
Tanggal : 11 NOVEMBER 2019.

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Bibit Sugito, M.T.

Anggota 1 : Ir. H. Subroto, M.T.

Anggota 2 : M. Alfatih Hendrawan, ST, MT



Dekan,

Prof. Dr. Sunarjono, M.T., Ph.D.

Ketua Jurusan,

Ir. H. Subroto, M.T.



Scanned with
CamScanner



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
Jl. A.Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp. (0271)
717417 ext. 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 023/II/2019 Tanggal 13 Februari 2019 Pembimbing Tugas Akhir dengan ini:

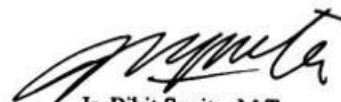
Nama : Ir. Bibit Sugito, M.T.
Jabatan : Lektor Kepala
Golongan : IV A
Kedudukan : Pembimbing Utama
Memberikan Soal Tugas Akhir Kepada mahasiswa:

Nama : Izhar Wiguna Pratama
Nomor Induk : D 200 140 049
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : Teknik Pengelasan
Rincian Soal/Tugas :

Studi pengelasan FSW (friction Stir Welding) dengan bentuk penampang pin tool yang berbeda pada material Al-Mg dengan tembaga terhadap uji tarik, uji kekerasan dan foto struktur mikro. Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 18 FEBRUARI 2019

Pembimbing


Ir. Bibit Sugito, M.T.



LEMBAR MOTTO

Jangan terlalu ambil hati ucapan seseorang, kadang manusia punya mulut
tapi belum tentu punya otak.

(Albert Einstein)

Semua makhluk hebat dalam satu hal,tapi tidak dalam segala hal.

(Spongebob Squarepants)

Satu tujuan,satu impian itulah yang membuat kita di sini berdiri melintasi
berbagai masalah dan rintangan.

(Ussop,One Piece)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan khusus kepada:

1. Ibu dan Bapak tercinta yang selalu memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih.
2. Teman-teman Tim Gendhu yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan kerja samanya selama ini.
3. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta angkatan 2014 yang telah memberikan bantuan dan dukungan.

STUDI PENGELASAN FSW (FRICTION STIR WELDING) DENGAN BENTUK PENAMPANG PIN TOOL YANG BERBEDA PADA MATERIAL Al-Mg DENGAN TEMBAGA TERHADAP UJI TARIK, UJI KEKERASAN DAN FOTO STRUKTUR MIKRO

Izhar wiguna pratama, Bibit Sugito

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email : izharwiguna05@gmail.com

ABSTRAK

Friction Stir Welding (FSW) merupakan salah satu metode pengelasan solid state dimana sambungan las terbentuk tanpa adanya penambahan logam pengisi (filler metal). Desain bentuk penampang pin pada welding tool merupakan parameter yang sangat penting dalam pengelasan FSW. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh bentuk penampang pin tool pada pengelasan FSW Al-Mg dengan tembaga.

Proses pengelasan menggunakan variasi bentuk pin tool silinder tirus, segitiga, dan persegi dengan kecepatan putar tool 900 rpm dan feed rate 30 ^{mm}/menit. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah Al-Mg dengan tembaga dengan panjang 150 mm, lebar 70 mm dan tebal 3 mm. Selanjutnya hasil sambungan las dilakukan pengujian tarik, pengujian kekerasan vickers, dan foto struktur mikro.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan pin tool mempengaruhi sifat mekanik dari hasil pengelasan friction stir welding. Hasil kekuatan tarik pada bentuk pin tool persegi memiliki kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar 152,27 MPa, sedangkan yang terendah pada bentuk pin tool silinder tirus sebesar 41,16 MPa. Nilai regangan terbesar terjadi pada bentuk pin tool segitiga sebesar 9,24% dan yang terendah pada bentuk pin tool persegi sebesar 5,5%. Sedangkan Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada bentuk pin tool silinder tirus dipusat las sebesar 137 VHN sedangkan Kekerasan yang rendah di pusat las pada bentuk pin tool persegi sebesar 93 VHN. Dan untuk hasil foto struktur mikro penampang pin tool segitiga menghasilkan struktur mikro yang lebih halus dibandingkan pin tool silinder tirus atau persegi.

Kata Kunci: FSW, Bentuk Pin Tool, Uji Struktur Mikro, Kekerasan dan Tarik.

STUDY OF FSW (FRICTION STIR WELDING) WELDING WITH DIFFERENT SHAPE OF PIN TOOL CROSS SECTION ON Al-Mg MATERIALS WITH COPPER TEST ON TEST, VIOLENCE TEST AND MICRO STRUCTURE PHOTO

Izhar wiguna pratama, Bibit Sugito

Mechanical Engineering, Muhammadiyah University,
Surakarta Jl. A Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email : izharwiguna05@gmail.com

ABSTRACT

Friction Stir Welding (FSW) is one of solid state welding method where welded joints are formed without any addition of filler metal. The design of pin cross section in the welding tool becomes a very important parameter in FSW welding. This research was conducted to determine the effect of cross section pin tool shape on FSW Al-Mg with copper welding.

The welding process used variation of the cross section shapes of the pin tool namely cylinder, triangle, and square with a tool rotational speed of 900 rpm and a feed rate of 30 mm / minute. The material used in this study was Al-Mg with copper with a length of 150 mm, a width of 70 mm and a thickness of 3 mm. Furthermore, the results of welded joints were carried out in a tensile testing, vickers hardness testing, and microstructure photos..

The results of this study indicate that the difference in pin tool affects the mechanical properties of friction stir welding. The results of tensile strength in the shape of the shape of square tool pin have the highest tensile strength which is equal to 152,27 MPa, while the lowest tensile strength is in the form of taper cyliner pin tool which is equal to 41,16 MPa. The largest strain value occurs in the shape of a triangular tool pin that is 9,24% and the lowest in the form of taper square tool pins of 5,5%. Furthermore, the highest hardness value is in the form of a cylinder tool pin at the welding center with the amount of 137 VHN while the lowest hardness value in the center of the weld of square pin tool form is 93 VHN. Moreover, the microstructure photo results of the cross section triangle pin tool produces a micro structure that is finer than the tapered or square cylinder pin tool.

Key words: FSW, form of Pin Tool, Microstructure Test, Hardness and Tensile.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr, Wb

Alhamdulillahirobbil'amin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat izin-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir dengan judul **"Studi pengelasan FSW (*friction Stir Welding*) dengan bentuk penampang pin tool yang berbeda pada material Al-Mg dengan tembaga terhadap uji tarik, uji kekerasan dan foto struktur mikro"**. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. H. Subroto, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Bibit Sugito, M.T. selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Seluruh Dosen Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bekal ilmu selama menyelesaikan masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih belum sempurna, Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Wassalamualaikum wr,wb.

Surakarta, 28 OKTOBER 2019.


Izhar Wiguna P

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
LEMBAR MOTTO	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 <i>Friction Stir Welding</i>	8
2.2.2 Prinsip Kerja <i>Friction Stir Welding</i>	9
2.2.3 Pembagian Zona pada <i>Friction Stir Welding</i>	11
2.2.4 Parameter Pengelasan FSW	13
2.2.5 Difusi.....	17

2.2.5.1 Mekanisme Difusi.....	18
2.2.5.2 Difusi Vacancy (kosong).....	19
2.2.5.3 Difusi Interstisial.....	19
2.3 Bahan Bahan Pengelasan.....	20
2.3.1 Aluminium	20
2.3.2 Tembaga	26
2.4 Pengujian	31
2.4.1 Pengujian Tarik	31
2.4.2 Pengujian kekerasan.....	35
2.5 Analisa Struktur Micro	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	45
3.2 Variable Pengujian.....	46
3.3 Lokasi Pengambilan Data	46
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	46
3.4.1 Alat	47
3.4.2 bahan.....	52
3.5 Pengelasan Friction Stir Welding.....	54
3.5.1 Langkah Langkah Pengelasan FSW	54
3.5.2 Proses Pengujian Tarik.....	56
3.5.3 Proses Uji Foto Struktur Micro.....	59
3.5.4 Proses Pengujian Kekerasan	61
BAB IV DATA HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Hasil Uji Tarik	64
4.2 Data Hasil Uji Kekerasan	67
4.3 Hasil Foto Struktur Mikro dan Pembahasan	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	74
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengelasan <i>friction stir welding</i>	10
Gambar 2.2 Proses pengelasan pada <i>friction stir welding</i>	10
Gambar 2.3 Heat zone pada <i>friction stir welding</i>	12
Gambar 2.4 Bentuk-bentuk pin FSW	14
Gambar 2.5 Hubungan putaran tool dengan temperatur	15
Gambar 2.6 Skema pengelasan FSW	15
Gambar 2.7 Tipe penyambungan pada pengelasan FSW	16
Gambar 2.8 (a) pasangan difusi tembaga nikel sebelum penambahan suhu (b) skema atom Cu dan Ni (c) konsentrasi tembaga dan nikel sebagai fungsi dari lintas posisi dalam pasangan.....	17
Gambar 2.9 (a) pasangan tembaga dan nikel setelah diberi suhu tinggi (b) skema atom Cu dan Ni (c) konsentrasi tembaga dan nikel sebagai fungsi lintas fungsi dari lintas posisi dalam pasangan.....	18
Gambar 2.10 Difusi Vacancy.....	19
Gambar 2.11 Difusi Interstisial	20
Gambar 2.12 Prosentase distribusi produksi <i>aluminium</i> diseluruh dunia pada tahun 1988	22
Gambar 2.13 Perbedaan panjang benda setelah diberi beban.....	32
Gambar 2.14 Kurva tegangan regangan logam non Ferro	33
Gambar 2.15 Profil bagian-bagian pengujian tarik baja karbon	33
Gambar 2.16 Indentasi <i>Brinell</i>	39
Gambar 2.17 Indentasi <i>Vickers</i>	40
Gambar 3.1 Diagram Alir penelitian	45
Gambar 3.2 Mesin <i>Milling Aciera AS – 1</i>	47
Gambar 3.3 Mesin Uji Tarik	48
Gambar 3.4 Alat Foto Struktur Mikro	48
Gambar 3.5 Alat Uji Kekerasan Mikro <i>Vickers</i>	49
Gambar 3.6 <i>Grinding and Polishing machine</i>	50

Gambar 3.7 Jangka Sorong Digital <i>Mitutoyo</i>	50
Gambar 3.8 Ampelas	51
Gambar 3.9 Gergaji	51
Gambar 3.10 Kikir	52
Gambar 3.11 Dimensi base metal.....	52
Gambar 3.12 Dimensi pin <i>Tool</i> bentuk silinder tirus FSW.....	53
Gambar 3.13 Dimensi pin <i>Tool</i> bentuk segitiga FSW	53
Gambar 3.14 Dimensi pin <i>Tool</i> bentuk persegi FSW	53
Gambar 3.15 Susunan meja saat proses FSW.....	54
Gambar 3.16 Dimensi Spesimen uji Tarik.....	56
Gambar 3.17 Spesimen uji tarik	57
Gambar 3.18 <i>resin</i> pemegang benda kerja.....	60
Gambar 4.1 Histogram Tegangan Tarik.....	64
Gambar 4.2 Histogram pembahasan besar Regangan.....	66
Gambar 4.3 Histogram nilai Vickers (VHN).....	68
Gambar 4.4 Daerah Foto Struktur Mikro.....	69
Gambar 4.5 (a) base metal Al-Mg (b) Base metal Cu	70
Gambar 4.6 Haz Al-Mg (a) pin tool silinder tirus (b) pin tool segitiga (c) pin tool persegi	71
Gambar 4.7 Haz Cu (a) pin tool silinder tirus (b) pin tool segitiga (c) pin tool persegi	71
Gambar 4.8 Daerah Las (a) pin tool silinder tirus (b) pin tool segitiga (c) pin tool persegi.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Paduan Aluminium.....	26
Tabel 2.2 Sifat –sifat fisis, mekanis dan panas dari tembaga	29
Tabel 3.1 Dimensi Spesimen Uji Tarik.....	57
Tabel 4.1 Nilai tegangan hasil uji tarik	64
Tabel 4.2 Nilai regangan hasil uji tarik	65
Tabel 4.3 Data hasil uji kekerasan vickers(VHN)	67

DAFTAR LAMPIRAN

1. Data hasil uji komposisi.
2. Data hasil uji tarik.
3. Data hasil uji kekerasan.
4. Data hasil uji tarik RAW
5. Grafik uji tarik
6. Gambar patahan hasil uji tarik
7. Gambar hasil pengelasan uji tarik