

TUGAS AKHIR

**ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKUATAN PADA
PENYAMBUNGAN PLAT (Cu-Cu) (Cu-CuZn) (Cu-Al)
MENGUNAKAN METODE *FRICITION STIR WELDING*
*SINGLE SIDE***



Disusun Untuk Memenuhi Tugas dan Syarat-Syarat Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik (S1) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh :

HARTANTO

NIM : D.200.120.112

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

2018

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul **“ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKUATAN PADA PENYAMBUNGAN PLAT (Cu-Cu) (Cu-CuZn) (Cu-Al) MENGGUNAKAN METODE *FRICTION STIR WELDING SINGLE SIDE*”** 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 kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 31 Juli 2018

Yang menyatakan



Hartanto

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKUATAN PADA PENYAMBUNGAN
PLAT (Cu-Cu) (Cu-CuZn) (Cu-Al) MENGGUNAKAN METODE *FRICTION STIR
WELDING SINGLE SIDE***

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

HARTANTO

D 200 120 112

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Bibit Sugito, M.T

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKUATAN PADA PENYAMBUNGAN
PLAT (Cu-Cu) (Cu-CuZn) (Cu-Al) MENGGUNAKAN METODE *FRICTION STIR
WELDING SINGLE SIDE***

Oleh:

HARTANTO

D 200 120 112

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Kamis, 27 September 2018
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji :

1. **Ir. Bibit Sugito, M.T**
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Ir. Sunardi Wiyono, M.T**
(Anggota I Dewan Penguji)
3. **Agus Yulianto, ST., M.T**
(Anggota II Dewan Penguji)


(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK.682

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

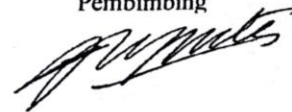
Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Nomor 150 / II / 2016 Tanggal 08 - 09 2017
dengan ini:

Nama : Ir.Bibit Sugito,MT
Pangkat/Jabatan :
Kedudukan : Pembimbing Utama
Memberikan soal Tugas Akhir kepada mahasiswa:

Nama : HARTANTO
Nomor Induk : D200120112
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / 10
Judul/Topik : ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKUATAN PADA
PENYAMBUNGAN PLAT (Cu-Cu) (Cu-CuZn) (Cu-Al)
MENGUNAKAN METODE FRICTION STIR WELDING
SINGLE SIDE
Rincian Soal/Tugas :

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta , 08 September 2017
Pembimbing



Ir.Bibit Sugito,MT

Keterangan:

*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk Kajur
2. Warna kuning untuk Pembimbing I
3. Warna merah untuk Pembimbing II
4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

“ Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa-apa yang ada pada diri mereka”
(Ar-ra'd : 11)

“Harapan akan selalu ada selagi kita mau berusaha dan berdoa”
(Penulis)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”
(Q.S Al – Insyiroh : 6)

“Hai orang – orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholatmu sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang – orang yang sabar”
(Al-Baqarah : 153)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh harap ridho Allah SWT, teriring perasaan syukur dan sabar yang mendalam serta penghargaan yang tinggi, setelah melewati berbagai ujian dalam perjuangan yang tak kenal lelah, Saya mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada :

Kedua orang tua yang aku sayangi, cintai dan hormati, yang telah memberikan doa dan semangat selama menempuh pendidikan. Semoga Allah SWT membalas kemuliaan yang luar biasa kepadamu atasku.

Kakaku tercinta, para sahabat satu angkatan, pembimbing, keluarga besarku dan almamaterku.

**ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKUATAN PADA
PENYAMBUNGAN PLAT (Cu-Cu) (Cu-CuZn) (Cu-Al) MENGGUNAKAN
METODE *FRICTION STIR WELDING SINGLE SIDE***

ABSTRAK

Proses penyambungan logam dengan teknik pengelasan banyak diaplikasikan di industri transportasi seperti otomotif, perkapalan, kereta api dan pesawat terbang. Dalam perjalanannya sambungan las mengalami beberapa koreksi penyempurnaan dan hal ini dapat dicapai dengan perkembangan teknologi las yang pesat sekarang ini. Salah satu jenis proses las yang relatif baru adalah friction stir welding (FSW). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan sambungan las beda material yaitu antara tembaga dengan tembaga, tembaga dengan kuningan dan tembaga dengan aluminium pengujian dilakukan dengan cara uji Tarik, uji kekerasan vickers dan uji foto mikro pada hasil pengelasan.

Pengelasan pada penelitian ini menggunakan material aluminium, tembaga dan kuningan, sambungan menggunakan butt joint, parameter yang digunakan adalah kecepatan putar 1250 rpm, kecepatan pemakanan 12.5 mm/menit. Analisa dilakukan dengan melihat kekuatan sambungan, hasil pengelasan dibandingkan dengan pengelasan lainnya.

Hasil pengujian ini menunjukkan tegangan tarik maksimal pengelasan tembaga dengan kuningan yaitu sebesar 254.60 Mpa dan regangan maksimal material tembaga yaitu sebesar 11%. Pengujian kekerasan di daerah stir zone semuanya mengalami peningkatan nilai kekerasan dibandingkan daerah base metal dan HAZ. Pengujian struktur mikro pada daerah stir zone semua pengelasan terlihat ada pencampuran material dan mengalami pengecilan butiran karena pengaruh saat pengadukan tool joint pada saat proses pengelasan.

Kata Kunci: FSW, Beda Material, Sifat Mekanik, Struktur Mikro

ABSTRACT

The process of welding metal with welding techniques is widely applied in the transportation industry such as automotive, shipping, trains and aircraft. In the course of the welding joint undergoes some correction of refinement and this can be achieved with the rapid development of welding technology today. One type of welding process that is relatively new is friction stir welding (FSW). The aim of this research is to know the strength of the material welding joints between copper and copper, copper with brass and copper with aluminum testing done by Tensile test, vickers hardness test and micro photo test on welding result.

Welding in this research using aluminum, copper and brass material, connection using butt joint, the parameter used is 1250 rpm rotational speed, fastening speed 12.5 mm / minute. The analysis is done by looking at the strength of the connection, the welding results compared with other welding.

The results of this test shows the maximum tensile strength of copper welding with brass that is equal to 254.60 Mpa and a maximum strain of 11%. Violence testing in the zone zone all increased in value of violence compared to base metal and HAZ regions. Microstructure testing at the stir zone area of all the welding seen there is mixing of material and experience granular degradation due to the effect of stirring tool joint during welding process.

Keywords: FSW, Dissimilar Material, Mechanical Properties, Micro Structure

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan nikmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan. Tugas akhir berjudul “**ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKUATAN PADA PENYAMBUNGAN PLAT (Cu-Cu) (Cu-CuZn) (Cu-Al) MENGGUNAKAN METODE *FRICTION STIR WELDING SINGLE SIDE***” dapat terselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini saya selaku penulis dengan segala hormat dan ketulusan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono MT. Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Subroto, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Bibit Sugito, MT., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Masyrukan, MT., selaku Pembimbing Akademik.
5. Bapak Ir. Sunardi wiyono, MT., selaku Koordinator dan penguji Tugas Akhir.
6. Bapak Agus yulianto, ST.MT., selaku Dosen penguji Tugas Akhir.
7. Bapak dan Ibu tercinta selaku orang tua yang senantiasa selalu mencintai, menyayangi, memberikan dukungan, menenangkan hati dan mendo'akan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Staff Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang membantu kelancaran Tugas Akhir ini.
9. Kepada rekan satu kelompok Tugas Akhir yang selalu membantu, memberi solusi dan bersama-sama dalam menyelesaikan proses Tugas Akhir sampai selesai.
10. Teman angkatan 2012 Teknik Mesin yang telah banyak

memberikan motivasi dan semangat bagi penulis.

11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan terima kasih atas dukungannya.

Semoga Allah melimpahkan Rahmat dan Kasih SayangNya atas segala kebaikan yang telah dilakukan. Penulis menyadari tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini dikarenakan keterbatasan wawasan dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis mengharapkan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat pada semua pihak dan sebagai amalan yang tidak terputus.

Surakarta, 2018

Hartanto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan teori.....	6
2.2.1. Pengelasan	6

2.2.2. <i>Friction Stir Wellding (FSW)</i>	7
2.2.3. Prinsip Kerja <i>Friction Stir Welding</i>	8
2.2.4. Parameter Pengelasan <i>Friction stir welding</i>	10
2.2.5. Tembaga	15
2.2.6. Kuningan	19
2.2.7. Aluminium.....	21
2.2.8. Pengujian Tarik	26
2.2.9. Pengujian Kekerasan	28
2.2.10. Pengujian Foto Mikro	33

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir.....	34
3.2 Bahan Penelitian	35
3.2.1 Tembaga.....	35
3.2.2 Kuningan.....	36
3.2.3 Aluminium	37
3.3 Alat Penelitian	38
3.3.1 Mesin Milling vertikal.....	38
3.3.2 Alat Uji Tarik	39
3.3.3 Alat Uji Kekerasan	40
3.3.4 Alat Uji Foto Mikro	41
3.3.5 Alat Uji Komposisi Kimia.....	41
3.3.6 Alat Bantu Pengujian	42

3.4 Sampel.....	48
3.5 Lokasi Penelitian.....	49
3.6 Prosedur Penelitian.....	50
3.6.1 Studi Pustaka	50
3.6.2 Studi Lapangan	50
3.6.3 Persiapan Material.....	50
3.6.4 Proses Pengelasan	51
3.6.5 Pemotongan Spesimen Uji	54
3.6.6 Proses Pengujian Tarik	55
3.6.7 Proses Pengujian Kekerasan	56
3.6.8 Proses Pengujian Foto Mikro	58

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengelasan	60
4.2 Pengujian Tarik.....	62
4.2.1 Hasil Pengujian Tarik	62
4.2.3 Pembahasan Pengujian Tarik.....	64
4.3 Pengujian Kekerasan	65
4.3.1 Hasil Pengujian Kekerasan.....	65
4.3.2 Pembahasan pengujian kekerasan.....	67
4.5 Hasil Pengujian dan Pembahasan Struktur Mikro	68

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan 73

5.2 Saran 75

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Friction stir welding</i>	8
Gambar 2.2	Proses <i>Friction Stir Welding</i>	9
Gambar 2.3	Jenis Sambungan <i>Friction Stir Welding</i>	10
Gambar 2.4	Bagian <i>Tool Joint</i>	10
Gambar 2.5	Contoh Jenis Kontur <i>Shoulder</i>	12
Gambar 2.6	Contoh Jenis Profil Pin	12
Gambar 2.7	<i>Tool Tilt Angle</i>	14
Gambar 2.8	<i>Depth Plunge</i>	14
Gambar 2.9	Macam indentor uji kekerasan.....	29
Gambar 2.10	Indentasi Vickers (a) dan pengukuran diagonal cetakan (b).....	31
Gambar 2.11	Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	32
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	34
Gambar 3.2	Material Tembaga	36
Gambar 3.3	Material Kuningan	37
Gambar 3.4	Material Aluminium.....	38
Gambar 3.5	Mesin Milling <i>Vertical</i>	39
Gambar 3.6	Mesin Uji Tarik UTM.....	39
Gambar 3.7	Alat Uji Kekerasan	40
Gambar 3.8	Alat Uji Foto Mikro.....	41
Gambar 3.9	<i>Spectrometer</i> (Lab Bahan POLMAN Klaten, 2017)...	42
Gambar 3.10	Desain <i>Tool Joint</i>	43

Gambar 3.11	Jangka Sorong	43
Gambar 3.12	Alat Cekam Material	44
Gambar 3.13	<i>Infrared Pyrometer</i>	44
Gambar 3.14	Alat Tangan Kikir	45
Gambar 3.15	Mistar dan spidol	45
Gambar 3.16	Ragum	46
Gambar 3.17	Tang dan Gergaji	46
Gambar 3.18	Amplas	47
Gambar 3.19	Cetakan Kaca	47
Gambar 3.20	Resin dan katalis	48
Gambar 3.21	Autosol dan Kain Bludru	48
Gambar 3.22	Spesimen Uji Tarik	48
Gambar 3.23	Spesimen Uji Kekerasan	48
Gambar 3.24	Spesimen Uji Struktur Mikro	49
Gambar 3.25	Setting <i>Tilt angle</i>	51
Gambar 3.26	Setting <i>Rotational Speed</i> dan <i>Feed Rate</i>	52
Gambar 3.27	Penetrasi Awal Tool	53
Gambar 3.28	Proses Pengelasan	53
Gambar 3.29	Ukuran Spesimen Uji Tarik	54
Gambar 3.30	Ukuran Spesimen Uji Kekerasan	54
Gambar 3.31	Ukuran Spesimen Uji Stuktur Mikro	55
Gambar 4.1	Hasil pengelasan tembaga dengan tembaga	60
Gambar 4.2	Hasil pengelasan tembaga dengan kuningan	61

Gambar 4.3	Hasil pengelasan tembaga dengan aluminium	61
Gambar 4.4	Desain dan Hasil Pembuatan Spesimen Uji Tarik.....	62
Gambar 4.5	Histogram Spesimen Material Terhadap Tegangan...	63
Gambar 4.6	Histogram Spesimen Material Terhadap Regangan...	64
Gambar 4.7	Histogram Hasil Uji Kekerasan (HVN).....	67
Gambar 4.8	Histogram Rata-rata Hasil Uji Kekerasan (HVN).....	67
Gambar 4.9	Struktur Mikro <i>Base Metal</i> Material (A) tembaga, (B) Aluminium, (C) Kuningan	69
Gambar 4.10	Struktur Mikro Daerah <i>HAZ</i> , (A) Tembaga, (B) Tembaga dan kuningan, (C) Tembaga dan Aluminium.....	70
Gambar 4.11	Struktur Mikro Daerah <i>Stir Zone</i> , (A) Pengelasan Cu-Cu, (B) Pengelasan Cu-CuZn, (C) Pengelasan Cu-Al.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jenis Material <i>Friction Stir Welding</i>	11
Tabel 3.1	Hasil Uji komposisi Tembaga.....	37
Tabel 3.2	Hasil Uji komposisi Kuningan.....	38
Tabel 3.3	Hasil Uji komposisi Aluminium.....	38
Tabel 4.1	Tegangan Hasil Uji Tarik	62
Tabel 4.2	Regangan Hasil Uji Tarik.....	63
Tabel 4.3	Data hasil pengujian Vickers (HVN)	66
Tabel 4.4	Data Rata-rata Hasil Pengujian Kekerasan (HVN).....	66