

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH KECEPATAN PUTAR SPINDEL
800 RPM DAN 1250 RPM TERHADAP SIFAT MEKANIK
PADA SAMBUNGAN BAJA KARBON RENDAH-KUNINGAN
DENGAN METODE FSW (*FRICTION STIR WELDING*)
*SINGLE TRACK***



Disusun Sebagai Syarat Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :
KAMALUDIN
D200120129

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

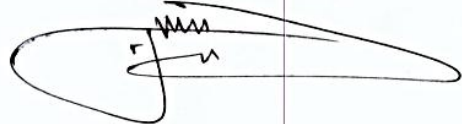
2019

PERNYATAAN KEASLIAN TOPIK TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa usulan judul Tugas Akhir **"ANALISA PENGARUH KECEPATAN PUTAR SPINDEL 800 RPM DAN 1250 RPM TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA SAMBUNGAN BAJA KARBON RENDAH-KUNINGAN DENGAN METODE FSW (*FRICTION STIR WELDING*) *SINGLE TRACK*"** Yang saya ajukan kepada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan dari penelitian atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapat gelar sarjana di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 12 November 2019

Yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized loop with a horizontal line extending to the right, and a smaller loop below it.

KAMALUDIN

D200120129

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "ANALISA PENGARUH KECEPATAN PUTAR SPINDEL 800 RPM DAN 1250 RPM TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA SAMBUNGAN BAJA KARBON RENDAH-KUNINGAN DENGAN METODE FSW (*FRICTION STIR WELDING*) *SINGLE TRACK*" telah disetujui oleh Pembimbing untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh derajat Sarjana (Strata 1) Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : KAMALUDIN

NIM : D200120129

Disetujui pada

Hari : SABTU

Tanggal : 2 NOVEMBER 2019

Pembimbing Tugas Akhir



(Ir. Bibit Sugito, MT.)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "ANALISA PENGARUH KECEPATAN PUTAR SPINDEL 800 RPM DAN 1250 RPM TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA SAMBUNGAN BAJA KARBON RENDAH-KUNINGAN DENGAN METODE FSW (*FRICTION STIR WELDING*) *SINGLE TRACK*", telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan disahkan sebagian syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah surakarta.

Dipersiapkan Oleh :

Nama : KAMALUDIN

NIM : D200120129

Disahkan pada

Hari : SABTU

Tanggal : 2 NOVEMBER 2019

Tim Penguji :

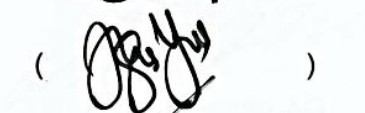
Ketua : Ir. Bibit Sugito, MT

Anggota 1 : Ir. Agus Hariyanto, MT

Anggota 2 : Agus Yulianto, ST,MT



(Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D)

()
()
()

Ketua Jurusan

()
(Ir. Subroto, MT)



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl. A .Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos 1 Telp. (0271) 717417 ext. 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Bedasarkan surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta :

Nomor 127/II/2018 Tanggal 30 Agustus 2018 tentang Pembimbing Tugas Akhir Dengan ini :

Nama : Ir. Bibit Sugito, MT.

Pangkat/jabatan : Lektor Kepala

Golongan : IV. A

Memberikan soal tugas akhir kepada Mahasiswa :

Nama : Kamaludin

Nomor Induk : D200120129

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

Judul/Topik : Analisis Pengaruh Kecepatan Putar Spindel 800 Rpm dan 1250 Rpm
Terhadap Sifat Mekanik Pada Sambungan Baja Karbon Rendah-
Kuningan Dengan Metode *Friction Stir Welding Single Track*..

Rincian Soal/Tugas :

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

Surakarta, 03 September 2018

Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Bibit Sugito, MT.

HALAMAN MOTTO

*Orang yang menuntut ilmu berarti menuntut rahmat, orang
yang menuntut ilmu berarti menjalankan rukun Islam dan
pahala yang diberikan sama dengan para Nabi
(H.R. Dailani dari Anar r.a)*

*Kemenangan yang seindah indahnyanya dan sesukar sukarnya
yang boleh direbut oleh manusia adalah menundukkan diri
sendiri
(R.A Kartini)*

*Kalau dinasihati orangtua jangan membantah, karena
orangtua pernah kecil dan anak kecil belum tentu pernah tua
(pakdhe muhadî santri mbilong)*

*Kunci keberhasilan adalah dengan cara,
Berusaha,Berdoa,Sabar dan Shodaqoh
(Penulis)*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur atas kehadiran Allah SWT , Beserta Rasulnya, Bangga haru, Serta rasa bahagia yang mendalam setelah melewati berbagai cobaan dan rintangan dalam perjuangan yang panjang, Ku persembahkan Tugas Akhir ini kepada :

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

**ANALISA PENGARUH KECEPATAN PUTAR SPINDEL 800 RPM
DAN 1250 RPM TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA
SAMBUNGAN BAJA KARBON RENDAH-KUNINGAN DENGAN
METODE FSW (*FRICTION STIR WELDING*) SINGLE TRACK**

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik maksimal hasil pengelasan *friction stir welding* single track Baja karbon rendah dengan Kuningan pada putaran spindel 800 rpm dan 1250 rpm serta mengetahui nilai kekerasan hasil pengelasan *friction stir welding* antara baja karbon rendah dengan Kuningan pada putaran spindel 800 rpm dan 1250 rpm.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Plat Baja karbon rendah dan Kuningan, sambungan menggunakan *butt joint*. Parameter yang digunakan adalah kecepatan putar spindel 800 rpm dan 1250 rpm, kecepatan pemakanan 12,5 mm/menit, sudut kemiringan 1° dan *Depth plunge* 1,8 mm.

Dari hasil pengujian tarik pada putaran 800 rpm didapatkan nilai tegangan tarik rata-rata 167,77 MPa dan regangan rata-rata 0,31%. Sedangkan pada putaran 1250 rpm didapat nilai tegangan Tarik rata-rata sebesar 139,69 MPa dan regangan rata-rata 0,19%. Kemudian pada pengujian kekerasan pada daerah *stir zone* 800 rpm menunjukkan nilai 143,26 HVN. sedangkan pengujian kekerasan pada daerah *stir zone* 1250 rpm yang lebih rendah dengan menunjukkan nilai 141,16 HVN.

Kata Kunci : *Friction stir welding single track*, baja karbon rendah, kuningan /brass, pengujian tarik, pengujian kekerasan.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the maximum tensile strength of *friction stir welding* of single track Low carbon Steel with Brass at 800 rpm and 1250 rpm spindeles and to know the hardness value of *friction stir welding* result between Low carbon Steel with Brass at 800 rpm and 1250 rpm spindle rotation.

The material used in this study is the Low carbon Steel and Brass Plate, the connection uses butt joint. The parameters used are the spindle rotational speed of 800 rpm and 1250 rpm, the feed speed of 12.5 mm / min, the tilt angle of 10 and the depth of the plunge 1.8 mm.

From the tensile test results at 800 rpm rotation obtained an average tensile stress value of 167.77 MPa and an average strain of 0.31%. Whereas at 1250 rpm, the average tensile stress is 139.69 MPa and the average strain is 0.19%. Then on the hardness test in the 800 zone rpm stir zone shows a value of 143.26 HVN. while the hardness testing in the 1250 rpm lower stir zone area by showing a value of 141.16 HVN.

Keywords: Single track friction stir welding, low carbon steel, brass / brass, tensile testing, hardness testing.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah Penulis panjatkan Kepada Allah SWT atas nikmat sehingga penyusunan laporan penelitian ini terselesaikan. Tugas Akhir berjudul **“ANALISA PENGARUH KECEPATAN PUTAR SPINDEL 800 RPM DAN 1250 RPM TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA SAMBUNGAN BAJA KARBON RENDAH-KUNINGAN DENGAN METODE FSW (*FRICTION STIR WELDING*) SINGLE TRACK”**, dapat terselesaikan atas berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini Penulis dengan rasa hormat dan ketulusan hati ingin menyampaikan ucapan terima kasih 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 Pembimbing tugas akhir yang telah membimbing, bersedia meluangkan waktunya serta memberikan arahan dan penjelasan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Sunardi wiyono, MT., selaku Koordinator Tugas Akhir
5. Bapak Ir. Agus Hariyanto, MT., Selaku Dosen penguji Tugas Akhir telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Agus Yulianto, ST,MT., Selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membantu kelancaran Tugas Akhir ini.
8. Bapak dan Ibu yang selalu memberikan doa dukungan perhatian dan kasih sayang yang begitu indah dan luar biasa.
9. Teman-teman angkatan 2012 yang telah memberikan motivasi semangat untuk penulis.

10. Semua pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu per satu yang telah banyak membantu kelancaran.

Semoga Allah SWT melimpahkan Rahmat dan Kasih Sayangnya atas segala kebaikan yang telah dikerjakan. 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, November 2019

Kamaludin

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.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Kajian Pustaka	7
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Pengelasan.....	8
2.2.2 <i>Friction Stir Welding</i>	10
2.2.3 Prinsip Kerja <i>Friction Stir Welding</i>	11
2.2.4 Parameter Pengelasan <i>Friction Stir</i> <i>Welding</i>	12
2.2.5 Difusi	17
2.2.6 Jenis Sambungan Proses <i>Friction Stir</i> <i>Welding</i>	21

2.2.7	Aliran Material.....	24
2.2.8	Kelebihan Dan Kekurangan FSW	27
2.2.9	Aplikasi Friction Stir Welding.....	28
2.2.10	Material Baja Karbon Rendah	30
2.2.11	Material Kuningan.....	32
2.2.12	Pengujian Tarik (ASTM E8M)	35
2.2.13	Pengujian Kekerasan (ASTM E384)	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir	42
3.2	Tempat Penelitian	43
3.3	Persiapan Bahan.....	44
3.4	Alat Penelitian	44
3.4.1	Mesin Milling <i>Vertical</i>	44
3.4.2	Alat Uji Tarik.....	45
3.4.3	Alat Uji Kekerasan.....	46
3.4.4	Alat Uji Komposisi Kimia	47
3.4.5	Alat Bantu Pengujian.....	47
3.5	Pelaksanaan Pengelasan.....	53
3.5.1	Persiapan Pengelasan	53
3.5.2	Parameter Pengelasan	53
3.5.3	Proses Pengelasan	54
3.6	Pengujian Spesimen Hasil Pengelasan	57
3.6.1	Uji Tarik.....	58
3.6.2	Uji Kekerasan.....	60
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Komposisi Kimia.....	62
4.1.1	Komposisi Kimia Kuningan.....	62
4.1.2	Komposisi Kimia Baja Karbon Rendah.....	63
4.2	Pengujian Tarik	64
4.2.1	Hasil Pengujian Tarik	64
4.2.2	Pembahasan Pengujian Tarik	66

4.3 Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	68
4.3.1 Hasil Pengujian Kekerasan.....	68
4.3.2 Pembahasan Pengujian Kekerasan	70
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi Proses Pengelasan	10
Gambar 2.2	Skema <i>Friction Stir Welding</i>	11
Gambar 2.3	Proses <i>Friction Stir Welding</i>	12
Gambar 2.4	Bagian Tool FSW	13
Gambar 2.5	Contoh Jenis <i>Kontur Shoulder</i>	14
Gambar 2.6	Contoh Jenis Profil Pin	15
Gambar 2.7	<i>Tool Tilt Engel</i>	15
Gambar 2.8	<i>Depth Plunge</i>	17
Gambar 2.9	Pasangan Difusi, Skema Atom Dan Konsentrasi.....	18
Gambar 2.10	Pasangan Difusi, Skema Atom Dan Konsentrasi.....	18
Gambar 2.11	Difusi Vacancy (Tim Lovett 2012)	19
Gambar 2.12	Difusi Interstisial	20
Gambar 2.13	Deskripsi Proses FSW Pada <i>Butt Joint</i>	22
Gambar 2.14	<i>Tool</i> untuk Sambungan Tumpuk	24
Gambar 2.15	<i>Terminologi FSW</i>	25
Gambar 2.16	Kedalaman <i>Shoulder</i>	26
Gambar 2.17	<i>Face, Toe</i> dan <i>Root</i> pada FSW	27
Gambar 2.18	Aplikasi FSW pada Mobil	29
Gambar 2.19	Aplikasi FSW pada Kapal.....	30
Gambar 2.20	Aplikasi FSW pada Pesawat	30
Gambar 2.21	Macam Indentor Uji Kekerasan	37
Gambar 2.22	Indentasi <i>Vickers</i> dan Pengukuran Diagonal Cetakan	40
Gambar 2.23	Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	40
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	42
Gambar 3.2	Bahan Spesimen.....	44
Gambar 3.3	Mesin Milling <i>Vertical</i>	45
Gambar 3.4	Mesin Uji Tarik UTM.....	45
Gambar 3.5	Alat Uji Kekerasan	46

Gambar 3.6	<i>Spectrometer</i> (Lab Bahan Polman Klaten)	47
Gambar 3.7	Desain <i>Tool Joint</i>	48
Gambar 3.8	Jangka Sorong	48
Gambar 3.9	Alat Cekam Material	49
Gambar 3.10	<i>Infrared Pyrometer</i>	49
Gambar 3.11	Alat Tangan Kikir	50
Gambar 3.12	Mistar Dan Spidol	50
Gambar 3.13	Ragum	50
Gambar 3.14	Tang Dan Gergaji	51
Gambar 3.15	Amplas	51
Gambar 3.16	Cetakan Kaca	51
Gambar 3.17	Resin Dan Katalis	52
Gambar 3.18	Autosol Dan Kain Bludru	52
Gambar 3.19	Parameter Pengelasan	53
Gambar 3.20	Setting <i>Tilt Angle</i>	55
Gambar 3.21	Setting <i>Rotational Speed</i> dan <i>Feed Rate</i> Mesin	55
Gambar 3.22	Penetrasi Awal Tool	56
Gambar 3.23	Hasil Pengelasan	56
Gambar 3.24	<i>Layout</i> Pemotongan Spesimen	58
Gambar 3.25	Spesimen uji tarik 0°	59
Gambar 3.26	Pembuatan Specimen Untuk Uji Tarik	59
Gambar 3.27	Spesimen Pengujian Kekerasan	60
Gambar 4.1	Desain dan Hasil Pembuatan Spesimen Pengujian Tarik	64
Gambar 4.2	Histogram Tegangan Hasil Pengujian Tarik Baja- CuZn 800 Rpm dan 1250 Rpm	66
Gambar 4.3	Histogram regangan hasil pengujian tarik Baja – CuZn 800 rpm dan 1250 rpm	66
Gambar 4.4	Histogram Rata-rata Hasil Uji Kekerasan (HVN)	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	jenis material <i>friction stir welding</i>	14
Tabel 3.1	Parameter Pengelasan	54
Tabel 3.2	Jumlah Spesimen Pengujian.....	58
Tabel 4.1	Hasil Uji Komposisi Kimia Kuningan.....	62
Tabel 4.2	Hasil Uji Komposisi Kimia Baja Karbon Rendah.....	63
Tabel 4.3	Tabel Tegangan Hasil Pengujian Tarik Baja - CuZn 800 rpm dan 1250 rpm	65
Tabel 4.4	Tabel Regangan Hasil Pengujian Tarik Baja - CuZn 800 rpm dan 1250 rpm	65
Tabel 4.5	Data hasil pengujian Vickers (HVN) Baja - CuZn 800 rpm dan 1250 rpm	68
Tabel 4.6	Data Rata-rata Hasil pengujian vikers (HVN) Baja – CuZn 800 rpm dan 1250 rpm	69

DAFTAR LAMPIRAN

Data Uji Komposisi Kimia Baja

Data Uji Komposisi Kimia Kuningan

Grafik Uji Tarik

Tabel Hasil Uji Kekerasan

Parameter Saat Pengelasan

Standar Uji Tarik (ASTM E8M)

Standar Uji Kekerasan (ASTM E384)