

**PENGARUH KECEPATAN ROTASI *TOOL*
TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN
FRICTION STIR WELDING MATERIAL *POLYAMIDE*
DENGAN PEMANAS TAMBAHAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik**



Oleh:

MUHAMMAD DIQI
NIM. I0409031

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2015**

commit to user



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET - FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Jl. Ir. Sutardi 36A Surakarta Hp. 0271632263 web: <http://mesin.uns.ac.id>

SURAT TUGAS PEMBIMBING DAN PENGUJI TUGAS AKHIR
PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN UNS
Program Studi : **S1 Reguler**
Nomor : **0505/TA/S1/12/2013**

Nama : **MUHAMMAD DIQI**
NIM : **10409031**
Bidang : **Ilmu Bahan**
Pembimbing 1 : **Dr. TRIYONO, ST., MT./197406251999031002**
Pembimbing 2 : **NURUL NUHAYAT, ST,MT/197003231998021001**
Penguji : **1. HERU SUKANTO, ST,MT/ 197207311997021001**
2. WIBOWO, ST,MT/ 196904251998021001
3. /

Mata Kuliah Pendukung

1. TEKNOLOGI PENGECORAN(MS04013-10)
2. TEKNOLOGI PENGELASAN(MS05053-10)
3. TEKNOLOGI KOMPOSIT(MS04033-10)

Judul Tugas Akhir

**"PENGARUH KECEPATAN ROTASI TOOL TERHADAP
SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN FRICTION STIR WELDING
MATERIAL POLYAMIDE DENGAN PEMANAS TAMBAHAN"**



Surabaya, 2014-11-18 09:56:09
Kampus Jurusan Teknik Mesin.


DIDIK DJOKO SUSILO, ST,MT
NIP. 197203131997021001

Tembusan :


1. Mahasiswa ybs.
2. Dosen Pembimbing TA ybs.
3. Koordinator TA,
4. Arsip.

**PENGARUH KECEPATAN ROTASI TOOL
TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN
FRICTION STIR WELDING MATERIAL POLYAMIDE
DENGAN PEMANAS TAMBAHAN**


Disusun oleh :


MUHAMMAD DIQI
NIM. 10409031

Dosen Pembimbing I


Dr. Triyand, ST., MT.
NIP. 197406251999031002

Dosen Pembimbing II


Nurul Mahavat, ST., MT.
NIP. 197003231998021001

Telah dipertahankan di hadapan Tim Dosen Penguji pada hari Kamis tanggal 15 Januari 2015

1. Heru Sukanto, ST., MT.
NIP. 197207311997021001
2. Wibowo, ST., MT.
NIP. 196904251998021001

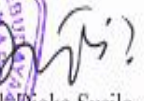

.....

.....

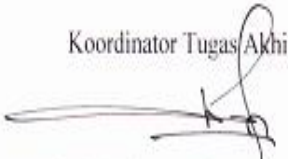
Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin




Didik Djoko Susilo, ST., MT.
NIP. 197203131997021001

Koordinator Tugas Akhir


Dr. Eng. Syamsul Hadi, ST., MT.
NIP. 197106151998021002

MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”

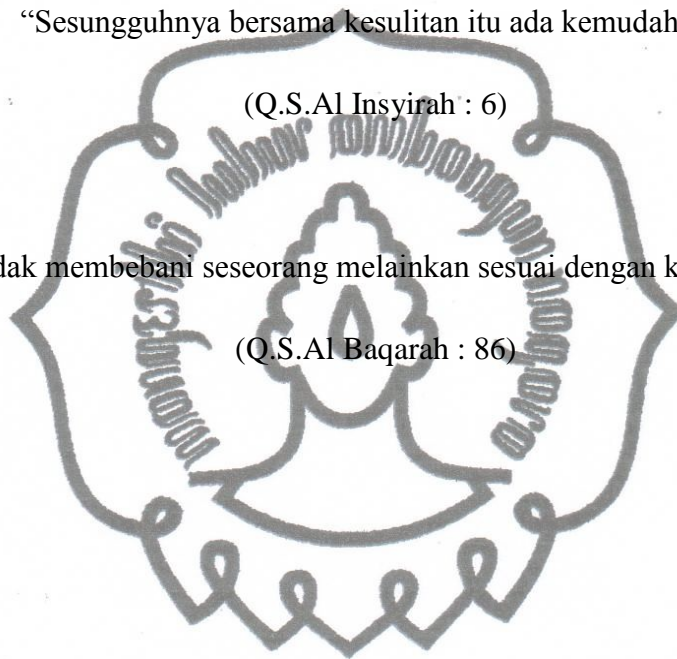
(Q.S. Ar Ra’ad : 11)

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S.Al Insyirah : 6)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kemampuannya”

(Q.S.Al Baqarah : 86)



PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati seraya mengucapkan syukur kehadiran Illahi, kupersembahkan tulisan ini kepada:

1. Allah SWT, Pemilik segala keagungan, kemuliaan, kekuatan dan keperkasaan. Segala yang kualami adalah kehendak-Mu, semua yang kuhadap adalah kemauan-Mu, segala puji hanya bagi-Mu, ya Allah, Pengatur alam semesta, tempat bergantung segala sesuatu, tempatku memohon pertolongan.
2. Junjungan Nabi besar Muhammad SAW, manusia terbaik di muka bumi, uswatun hasanah, penyempurna akhlak, sholawat serta salam semoga selalu tercurah pada beliau, keluarga, sahabat dan pengikutnya yang istiqomah sampai akhir zaman.
3. Kasih sayang dan cinta yang tak pernah putus dari Bapak, Ibu, Kakak serta keluarga tercinta. Kasih sayang kalian tak akan pernah kulupakan sepanjang hidupku.
4. Bapak Triyono dan Bapak Nurul yang tak pernah lelah untuk membimbing tugas akhir saya.
5. Seluruh dosen, karyawan, dan saudara-saudaraku mahasiswa Teknik Mesin UNS angkatan 2009.

EFFECT OF ROTATIONAL TOOL SPEED ON MECHANICAL PROPERTIES OF POLYAMIDE FRICTION STIR WELDING JOINT WITH ADDITIONAL HEATER

Muhammad Diqi

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta

Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta tlp.0271632163 web: <http://mesinuns.ac.id>

E-mail : muhammaddiqi91@gmail.com

Abstract

The aims of the research are to determine the effects of welding parameter that are as rotational tool speed and additional heater to mechanical properties of polyamide friction stir welding joint. Samples were welded with milling machines 57-3C, while the type of connection is a butt joint. The welding parameter that used in this experiment are 204; 356; 620; 1140 rpm with an additional heater, transverse speed 7,3 mm/minute and tilt angle 2°. Macro structure of welding joints, maximum tensile strength and bending strength are observed. The results of this study shows that rotational tool speed and additional heater during FSW process affect the mechanical properties of polyamide sheets welding joints. As it looked from mechanical properties and macrostructure of welding, the result shows that 620 rpm of rotational tool speed with additional heater is the best variable. The variable has the highest tensile strength and bending strength with no defects welding structure, it's about 27,83 MPa and 70,73 Mpa respectively.

Keywords: Friction stir welding, polyamide, rotational tool speed, additional heater.

**PENGARUH KECEPATAN ROTASI *TOOL* TERHADAP SIFAT
MEKANIK SAMBUNGAN *FRICTION STIR WELDING*
MATERIAL *POLYAMIDE* DENGAN PEMANAS TAMBAHAN**

Muhammad Diqi

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta

Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta tlp.0271632163 web: <http://mesinuns.ac.id>

E-mail : muhammaddiqi91@gmail.com

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan putaran *tool* dan pemanas tambahan terhadap kekuatan mekanik *polyamide* hasil las *friction stir welding*. Spesimen dilas dengan menggunakan mesin miling 57-3C dan tipe sambungan adalah *butt joint*. Parameter pengelasan yang digunakan yaitu kecepatan putaran *tool* 204 ; 356; 620; 1140 rpm dengan penambahan pemanas, kecepatan pengelasan 7,3 mm/menit dan sudut kemiringan *tool* 2⁰. Struktur makro, kekuatan tarik maksimum dan kekuatan bending sambungan diteliti. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variabel kecepatan putaran *tool* 620 rpm dengan penambahan pemanas adalah variabel penelitian dengan hasil terbaik ditinjau dari kekuatan mekanik dan struktur makro hasil lasan. Variabel kecepatan putaran *tool* 602 rpm dengan penambahan pemanas menghasilkan kekuatan tarik dan bending tertinggi yaitu 14,55 MPa dan 6,022 MPa serta menghasilkan struktur makro sambungan tanpa voids.

Kata kunci: *friction stir welding*, *polypropylene*, kecepatan putaran *tool*, penambahan pemanas.

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Kecepatan Rotasi *Tool* Terhadap Sifat Mekanik Sambungan *Friction Stir Welding* Material *Polyamide* dengan Pemanas Tambahan”. Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Skripsi ini tidaklah mungkin dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak atas segala bantuan dan perhatian selama penulis menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Triyono, ST., MT selaku dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan nasehat, arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Nurul Muhyat, ST., MT selaku dosen pembimbing II yang turut serta memberikan motivasi, arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Heru Sukanto, ST., MT dan Bapak Wibowo, MT selaku dosen penguji tugas akhir saya yang telah memberi saran yang membangun.
4. Bapak Prof. Muhammad Nizam, ST., MT., Ph.D selaku pembimbing akademis yang telah berperan sebagai orang tua penulis dalam menyelesaikan studi di Universitas Sebelas Maret ini.
5. Bapak Didik Djoko Susilo, ST., MT selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
6. Bapak Syamsul Hadi, ST., MT selaku koordinator Tugas Akhir.
7. Seluruh staf dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret yang telah turut serta mendidik penulis hingga menyelesaikan studi S1.

8. Seluruh staf karyawan administrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan kemudahan dalam hal administrasi.
9. Staf laboratorium Proses Produksi, Mas Arifin dan Mas Endri yang telah banyak memberi arahan dalam pengelasan *friction stir welding*.
10. Staf laboratorium Material, Mas Maruto yang telah banyak memberi arahan dalam proses pengujian spesimen skripsi.
11. Bapak, Ibu, serta keluarga yang telah memberikan segala do'a, dukungan moral, spiritual, maupun material.
12. Teman satu tim skripsi (Budy Nugroho) yang telah menemani penulis baik dalam keadaan suka maupun duka selama menyelesaikan skripsi di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
13. Rekan-rekan seperjuangan di TM'09, kakak tingkat dan adik tingkat di Jurusan Teknik Mesin UNS, *M-solidarity forever!!* Teknik Mesin JAYA!!
14. Semua pihak yang belum tersebut namanya yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini.

Disadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak merupakan masukan yang sangat berguna untuk memperbaiki dan menyempurnakan penulisan lain yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap, semoga laporan skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Surakarta, 12 November 2014

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Surat Penugasan	ii
Halaman Pengesahan	iii
Motto	iv
Persembahan	v
Abstrak	vi
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xiii
Daftar Notasi	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan dan Manfaat	5
1.5. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Dasar Teori.....	8
2.2.1. <i>Polyamide</i> (Nylon).....	8
2.2.2. <i>Friction Stir Welding</i> (FSW).....	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Tempat Penelitian.....	17
3.2. Alat dan Bahan	17
3.3. Prosedur Penelitian.....	20
3.3.1. Variabel Penelitian	20
3.3.2. Persiapan Pra Pengelasan.....	20
3.3.3. Proses Pengelasan FSW	21
3.3.4. Tahap Pengujian.....	24

3.3.5. Jumlah Spesimen Pengujian.....	27
3.3.6. Tahap Analisa	27
3.4. Diagram Alir Penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Pengamatan Struktur Makro	29
4.2. Kekuatan bending (<i>Bending Strength</i>)	33
4.3. Kekuatan Tarik (<i>Tensile Strength</i>).....	37
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	41
5.2. Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Reaksi pembentukan <i>polyamide</i>	8
Gambar 2.2	Skema pengelasan <i>friction stir welding</i>	11
Gambar 2.3	Langkah <i>plugging</i>	12
Gambar 2.4	Langkah <i>traversing</i>	12
Gambar 2.5	Langkah <i>termination</i>	13
Gambar 2.6	Jenis sambungan pada las FSW	16
Gambar 3.1	<i>Heater</i>	17
Gambar 3.2	Dimensi spesimen sambungan las FSW	18
Gambar 3.3	Dimensi <i>tool</i> FSW	21
Gambar 3.4	Proses pengelasan FSW	21
Gambar 3.5	Pemasangan spesimen, <i>shoulder</i> , dan <i>heater</i> pada pengelasan FSW	23
Gambar 3.6	<i>Universal Testing Machine</i>	24
Gambar 3.7	Spesimen uji tarik ASTM D 638.....	25
Gambar 3.8	Dimensi <i>spesimen</i> uji <i>bending</i>	26
Gambar 3.9	<i>Microscope Macro</i>	26
Gambar 3.10	Diagram alir penelitian.....	28
Gambar 4.1	Permukaan sambungan las FSW <i>polyamide</i>	30
Gambar 4.2	Foto makro penampang spesimen hasil las FSW <i>polyamide</i>	31
Gambar 4.3	Fenomena <i>sticking</i>	33
Gambar 4.4	Pengaruh kecepatan putaran <i>tool</i> dan penambahan pemanas terhadap kekuatan <i>bending</i> spesimen hasil las FSW <i>polyamide</i>	34
Gambar 4.5	Foto makro patahan spesimen <i>bending</i> las FSW <i>polyamide</i>	37
Gambar 4.6	Pengaruh kecepatan putaran <i>tool</i> dan penambahan pemanas terhadap kekuatan tarik spesimen hasil las FSW <i>polyamide</i>	38
Gambar 4.7	Foto makro patahan spesimen tarik las FSW <i>polyamide</i> ...	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Variasi parameter pengelasan.....	8
Table 2.2	Keuntungan proses las FSW.....	15
Tabel 3.1	Karakteristik bahan <i>Polyamide</i>	22
Tabel 3.2	Variabel penelitian tanpa pemanas tambahan	23
Tabel 3.3	Variabel penelitian dengan pemanas tambahan	23
Tabel 3.4	Jumlah spesimen pengujian.....	29

