

**SKRIPSI**  
**PENGARUH KECEPATAN PUTAR PIN *TOOL* TERHADAP SIFAT  
MEKANIK PADA PENGELASAN *FRICTION STIR WELDING*  
*POLYPROPYLENE (PP)***

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Teknik



**Disusun oleh :**

**GERIKO MANABEL MUHAMMAD**

**20150130096**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2019**



LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

Pengaruh Kecepatan Putar *Tool* Terhadap Sifat Mekanik pada Pengelasan *Friction Stir Welding Polypropylene (PP)*

*Effect of Tool Rotational Speed on Mechanical Properties in Welding Polypropylene (PP) Friction Stir Welding*

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Geriko Manabel Muhammad  
NIM.20150130096

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 10 Juli 2019

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D.  
NIK. 1970 0307 199509 123022

Muh. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng.  
NIP. 19790523 200501 1001

Penguji

Totok Suwanda, S.T., M.T.  
NIK. 19690304 199603 123024

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal, 19 Juli 2019

Mengetahui,

Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY



Herli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.  
NIK. 19740302 200104 123049

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Geriko Manabel Muhammad  
Nim : 20150130096  
Jurusan : Teknik Mesin  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan ini penulisan tugas akhir yang berjudul “**Pengaruh Variasi Kecepatan Putar Pin Tool Terhadap Sifat Mekanik pada Pengelasan Friction Stir Welding Polypropylene (PP)**” ini adalah bagian dari penelitian dosen pembimbing, bukan dari karya plagiasi dari instansi apapun, publikasi dan diseminasi hasil skripsi ini harus sepengetahuan dosen pembimbing atau penulis.

Demikian pernyataan ini yang penulis buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya paksaan dari pihak manapun dan dapat dipertanggung jawabkan.

Yogyakarta, 25 Juni 2019

Yang menyatakan



Geriko Manabel Muhammad  
NIM. 20150130096

### **MOTTO**

Hidup itu hanya sekali, manfaatkanlah hidup itu dengan sebaik-baiknya untuk bekal diakhirat sana, janganlah engkau lupa siapa yang menciptakanmu.

Karunia Allah SWT yang paling lengkap adalah kehidupan yang didasarkan pada ilmu pengetahuan.

(Ali bin Abi Thalib)

Jika kamu tidak dapat berhenti memikirkannya, maka bekerja keraslah untuk mendapatkannya.

(Michael Jordan)

Kegagalan adalah batu loncatan menuju kesuksesan.

(Oprah Winfrey)

## KATA PENGANTAR



**Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.**

Puji syukur alhamdulillah penulis mengucapkan yang sebesar besarnya kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang melimpah, sehingga penulis skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan benar insya'allah. Kurangnya penelitian pengelasan *friction stir welding* pada material *Polypropylene* dengan ketebalan 5 mm, membuat susah untuk menentukan parameter kecepatan yang baik sehingga membutuhkan waktu dan kurang efisien. Oleh karenanya untuk mendapatkan kecepatan putar *pin tool* yang optimal untuk pengelasan *friction stir welding* pada penggunaan material *Polypropylene* yang memiliki ketebalan 5 mm penulis mengangkat topik penelitian ini yang berjudul **“Pengaruh Kecepatan Putar Pin Tool terhadap Sifat Mekanik pada Pengelasan Friction Sstir Welding Polypropylene (PP)”**. Pengelasan *friction stir welding* termasuk pengelasan yang sampai detik ini mengalami perkembangan dan metode yang banyak diteliti untuk meningkatkan kualitas serta pengetahuan tentang teknik pengelasan.

Tugas akhir ini adalah salah satu mata kuliah wajib 4 SKS yang harus diselesaikan setiap mahasiswa program studi S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Skripsi ini berkaitan tentang pengelasan *Friction stir welding* (FSW) menggunakan bahan dari material jenis polimer yaitu *polypropylene*. Dimana bahan PP ini termasuk bahan polimer yang tahan terhadap cuaca baik cuaca dingin, maupun panas. Maka dari itu, penulis memilih bahan dari polimer yaitu *polypropylene* untuk melakukan riset/penelitian menggunakan metode FSW untuk mengetahui sifat dari bahan polimer PP tersebut menggunakan metode FSW.

Penulis menyadari pada penulisan skripsi ini memang masih ada kekurangan-kekurangan karena penulis juga manusia yang tidak luput dari dosa hanya Allah SWT-lah yang maha benar dan oleh sebab itu penulis mengharapkan

masukannya seperti kritik dan saran dari pembaca. Semoga hasil skripsi ini dapat bermanfaat ilmu pengetahuannya bagi yang membaca. Atas perhatiaanya penulis mengucapkan terima kasih.

**Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.**

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	i
HALAMAN PERNYATAAN .....	ii
MOTTO.....	i
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR NOTASI .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
INTISARI .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Batasan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Masalah .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DESAR TEORI .....	6
2.1. Tinjauan Pustaka .....	6
2.2. Dasar Teori .....	9
2.2.2. <i>Friction Stir Welding</i> (FSW) .....	10
2.2.3. <i>Polypropylene</i> (PP) .....	14

3.4.1. Proses Pengelasan .....	14
2.2.4. Pengujian Kekuatan Tarik .....	16
2.2.5. Pengujian Kekerasan .....	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1. Diagram Alir Penelitian .....	19
3.2. Alat dan Bahan .....	20
3.2.1. Alat yang digunakan .....	20
3.2.2. Bahan Penelitian .....	26
3.3. Waktu dan Tempat Penelitian .....	26
3.4. Proses Penelitian .....	27
3.4.2. Proses Persiapan untuk Pengujian spesimen .....	27
3.4.3. Proses Pengujian Makro .....	27
3.4.4. Proses Pengujian Kekerasan .....	28
3.4.5. Proses Pengujian Tarik .....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1. Hasil Pengelasan FSW .....	31
4.2. Hasil Pengujian Kekerasan .....	34
4.3. Hasil Penelitian Struktur Makro .....	36
4.3.1. Hasil Struktur Makro Sebelum Uji Tarik .....	36
4.2.2. Hasil Struktur Makro Setelah Uji Tarik .....	41
4.4. Hasil Pengujian Tarik .....	43
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>47</b>
5.1 Kesimpulan .....	47
5.2 Saran .....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>



UCAPAN TERIMA KASIH .....	51
LAMPIRAN .....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses FSW .....	12
Gambar 2. 2 Pencekam material .....	12
Gambar 2. 3 Kurva hubungan antara tegangan da regangan .....	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian <i>Friction Stir Welding</i> .....	19
Gambar 3. 2Mesin <i>Frais Milling Vertikal FM-2SK Chevalier</i> .....	20
Gambar 3. 3 Alat Uji Struktur Makro <i>Olympus</i> seri SZ61 .....	21
Gambar 3. 4 Alat Uji Kekerasan <i>Shore Durometer</i> .....	21
Gambar 3. 5 Alat Pengujian Tarik tipe <i>RAY-RAN</i> seri M500 .....	22
Gambar 3. 6 <i>Pin Tool</i> .....	23
Gambar 3. 7 Gergaji .....	23
Gambar 3. 8 <i>Tachometer</i> .....	24
Gambar 3. 9 Kunci 19 dan 14 .....	24
Gambar 3. 10 <i>Termometer</i> .....	25
Gambar 3. 11 Lem <i>Dextone</i> .....	25
Gambar 3. 12 <i>Polypropylene Sheet</i> .....	26
Gambar 3. 13 Hasil potongan specimen untuk pengujian tarik .....	27
Gambar 3. 14 Specimen pengujian tarik .....	27
Gambar 3. 15 Pengujian <i>Shore Durometer</i> .....	29
Gambar 4. 1 Hasil Pengelasan pada setiap variasi putaran pin <i>tool</i> .....	32
Gambar 4. 2 Posisi titik pada pengujian kekerasan.....	34
Gambar 4. 3 Grafik nilai kekerasan <i>shore durometer</i> pada lasan FSW .....	35
Gambar 4. 4 Hasil struktur makro pada lasan FSW dengan putaran 588 RPM, (a) sisi atas perbesaran 6,7X, (b) sisi atas perbesaran 20X, (c) sisi samping perbesaran 15X, (d) sisi bawah perbesaran 20X .....	37
Gambar 4. 5 Hasil struktur makro pada lasan FSW dengan putaran 977 RPM, (a) sisi atas perbesaran 6,7X, (b) sisi atas perbesaran 20X, (c) sisi samping perbesaran 15X, (d) sisi bawah perbesaran 20X .....	38

Gambar 4. 6 Hasil struktur makro pada lasan FSW dengan putaran 1562 RPM, (a) sisi atas perbesaran 6,7X, (b) sisi atas perbesaran 20X, (c) sisi samping perbesaran 15X, (d) sisi bawah perbesaran 20X .....	39
Gambar 4. 7 Hasil struktur makro pada lasan FSW dengan putaran 2371 RPM, (a) sisi atas perbesaran 6,7X, (b) sisi atas perbesaran 20X, (c) sisi samping perbesaran 15X, (d) sisi bawah perbesaran 20X .....	40
Gambar 4. 8 Struktur makro patahan lasan FSW .....	42
Gambar 4. 9 Kurva uji tarik nilai beban (F) tertinggi dan elongasi dari setiap variasi putaran <i>tool</i> .....	44
Gambar 4. 10 Patahan setelah pengujian tarik hasil pengelasan FSW (a) patahan variasi kecepatan putar, (b) patahan raw material, (c) patahan perekat.....	45
Gambar 4. 11 Grafik tegangan (MPa) dan elongation (%) pada pengelasan FSW dengan variasi putaran <i>tool</i> .....	45

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil uji tarik spesimen variasi kecepatan putar tool 588 RPM (1) .	53
Lampiran 2 Hasil uji tarik spesimen variasi kecepatan putar tool 588 RPM (2) ..	54
Lampiran 3 Hasil uji tarik spesimen variasi kecepatan putar tool 977 RPM (1) .	55
Lampiran 4 Hasil uji tarik spesimen variasi kecepatan putar tool 977 RPM (2) ..	56
Lampiran 5 Hasil uji tarik spesimen variasi kecepatan putar tool 1562 RPM (1)	57
Lampiran 6 Hasil uji tarik spesimen variasi kecepatan putar tool 1562 RPM (2)	58
Lampiran 7 Hasil uji tarik spesimen variasi kecepatan putar tool 2371 RPM (1)	59
Lampiran 8 Hasil uji tarik spesimen variasi kecepatan putar tool 2371 RPM (2)	60
Lampiran 9 Hasil uji tarik spesimen Raw Material .....	61
Lampiran 10 Hasil uji tarik spesimen Perekat .....	62
Lampiran 11 Hasil Uji Kekerasan spesimen variasi kecepatan putar 588 RPM ..	63
Lampiran 12 Hasil Uji Kekerasan spesimen variasi kecepatan putar 977 RPM ..	64
Lampiran 13 Hasil Uji Kekerasan spesimen variasi kecepatan putar 1562 RPM	65
Lampiran 14 Hasil Uji Kekerasan spesimen variasi kecepatan putar 2371 RPM	66
Lampiran 15 Hasil Uji Kekerasan spesimen Raw Material .....	67
Lampiran 16 Gambar teknik <i>pin tool</i> silinder ulir .....	68
Lampiran 17 Gambar teknik spesimen dipotong sesuai standard ASTM D638 ..	69
Lampiran 18 Hasil cek plagiasi naskah tugas akhir .....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi pengujian Makro .....	28
Tabel 4. 1 Kemiringan sudut distorsi pada setiap spesimen .....	33
Tabel 4. 2 Hasil pengujian kekerasan <i>shore durometer</i> pada pengelasan FSW ..	34
Tabel 4. 3 Hasil pengujian tarik pada pengelasan FSW dengan nilai beban (N) ..	44
Tabel 4. 4 Hasil pengujian tarik pada pengelasan FSW dengan variasi kecepatan putar .....	45

## DAFTAR NOTASI

FSW	=	<i>Friction Stir Welding</i>
PP	=	<i>Polypropylene</i>
$\sigma$	=	Kekuatan tarik (MPa)
F	=	Beban tarik (N)
A	=	Luas penampang (mm <sup>2</sup> )
( $\varepsilon$ )	=	Regangam
$\Delta L$	=	Pertambahan Panjang (mm)
L <sub>0</sub>	=	Panjajng awal
AS	=	<i>Advancing side</i>
RS	=	<i>Retreating Side</i>
n	=	Putaran mesin (RPM)
cs/vc	=	Kecepatan pemakanan (mm/min)
T	=	Tebal (mm)
W	=	Lebar (mm)