

TUGAS AKHIR

**KARAKTERISTIK SAMBUNGAN *FRICITION STIR SPOT WELDING*
UNTUK MATERIAL *POLYPROPYLENE* DENGAN VARIASI
KECEPATAN PUTAR DAN *SHOULDER ANGLE***

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

MUH RIFA'I DWI SAPUTRA
20150130206

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2019

PERNYATAAN

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini :

Nama : Muh Rifa'i Dwi Saputra
Nomor Induk Mahasiswa : 20150130206
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Penelitian : Karakteristik sambungan *friction stir spot welding* untuk material *polypropylene* dengan variasi kecepatan putar dan *shoulder angle*

Dengan ini saya menyatakan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini bagian dari penelitian dosen pembimbing Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., P.hD., dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumber dalam naskah dan dalam daftar pustaka. Semua publikasi dari penelitian ini harus seijin dosen yang bersangkutan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, 26 Oktober 2019



Muh Rifa'i Dwi Saputra
20150130206

MOTTO

“Sesuatu Yang Belum Dikerjakan Seringkali Tampak Mustahil, Kita Baru Yakin Kalau Kita Telah Berhasil Melakukannya Dengan Baik”

“Cara untuk menjadi di depan adalah memulai sekarang. Jika memulai sekarang, tahun depan Anda akan tahu banyak hal yang sekarang tidak diketahui, dan Anda tak akan mengetahui masa depan jika Anda menunggu-nunggu”

(WILLIAM FEATHER)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan anugrah dari-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“KARAKTERISTIK SAMBUNGAN *FRICTION STIR SPOT WELDING* UNTUK MATERIAL *POLYPROPYLENE* DENGAN VARIASI KECEPATAN PUTAR DAN *SHOULDER ANGLE*”**. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan besar kita, Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan jalan lurus kepada kita semua berupa ajaran agama islam sebagai pedoman hidup, tak lupa juga menjadi anugerah bagi seluruh alam semesta. Dalam penelitian ini penulis melakukan penelitian terhadap material *polypropylene* dengan hasil yang didapatkan pada kekuatan tariknya sebesar 95.13 % dari *raw material*.

Penulis sangat bersyukur karena dapat menyelesaikan tugas akhir yang menjadi syarat untuk mencapai derajat Strata-1 pada Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Disamping itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama pembuatan tugas akhir ini berlangsung sehingga dapat terselesaikan penulisan tugas akhir ini.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Penulis mengharapkan kritik dan saran terhadap tugas akhir ini Agar kedepannya dapat penulis perbaiki. Karena penulis sadar, tugas akhir yang penulis buat ini masih banyak terdapat kekurangannya.

Yogyakarta, 26 Oktober 2019

Penulis

Muh Rifa'i Dwi Saputra

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
MOTTO	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 Pengelasan	9
2.2.2 <i>Friction Stir Spot Welding</i> (FSSW)	10
2.2.3 Karakteristik Potongan Melintang FSSW	11
2.2.4 Perbandingan FSSW Dengan Proses Pengelasan Lain	12
2.2.5 Aplikasi Pengelasan FSSW	12
2.2.6 Polimer	13

2.2.7 Polypropylene	14
2.3 Perekat.....	14
2.4 Uji Tarik.....	15
2.5 Uji Kekerasan.....	15
2.6 Uji Struktur Makro.....	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Diagram Alir Penelitian	17
3.2 Tempat Penelitian.....	18
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.3.1 Alat.....	19
3.3.2 Bahan.....	23
3.4 Proses Penelitian	24
3.4.1 Proses Pembuatan <i>Tool</i>	24
3.4.2 Proses Pengelasan	25
3.4.3 Proses Pengujian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil Pengelasan FSSW.....	30
4.2 Hasil Penelitian Struktur Makro	31
4.2.1 Hasil Parameter <i>Tool 1</i> / 985 rpm	32
4.2.2 Hasil Parameter <i>Tool 2</i> / 985 rpm	32
4.2.3 Hasil Parameter <i>Tool 1</i> / 1660 rpm	32
4.2.4 Hasil Parameter <i>Tool 2</i> / 1660 rpm	33
4.2.5 Hasil Parameter <i>Tool 1</i> / 2350 rpm	33
4.2.6 Hasil Parameter <i>Tool 2</i> / 2350 rpm	33
4.3 Hasil Pengujian Kekerasan	34
4.4 Hasil Pengujian Tarik.....	36
4.5 Fraktografi.....	44

BAB V PENUTUP.....	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
UCAPAN TERIMA KASIH.....	47
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil foto makro (Kurtulmus, dkk, 2016).....	7
Gambar 2.2 Variasi bentuk <i>pin tool</i> (Bilici, 2012).....	8
Gambar 2.3 Parameter geometri <i>tool</i> (Bilici, 2012).....	8
Gambar 2.4 Lap shear fracture load dari berbagai profil <i>pin</i> (Bilici, 2012)	9
Gambar 2.5 Prinsip kerja pengelasan FSSW (Yukler dan Bilici, 2011).....	11
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian FSSW material <i>polypropylene</i>	17
Gambar 3.2 Mesin milling chevalier vertikal 3-phase	19
Gambar 3.3 Tachometer DT-2234C ⁺	20
Gambar 3.4 Termometer digital	20
Gambar 3.5 Jangka sorong	21
Gambar 3.6 Alat uji tarik Zwick Roell Z020	21
Gambar 3.7 Alat uji kekerasan durometer	22
Gambar 3.8 Alat uji struktur makro	22
Gambar 3.9 Baja pejal ST30	23
Gambar 3.10 Lembaran <i>polypropylene</i>	23
Gambar 3.11 Lem korea atau lem g	24
Gambar 3.12 Desain <i>tool</i> pengelasan FSSW	25
Gambar 3.13 Dimensi Spesimen Standar EN 12814-2.....	28
Gambar 3.14 Bentuk Skema Uji Kekerasan	28
Gambar 4.1 Hasil pengelasan.....	31
Gambar 4.2 Hasil struktur makro <i>tool 1</i> / 985 rpm.....	32
Gambar 4.3 Hasil struktur makro <i>tool 2</i> / 985 rpm.....	32
Gambar 4.4 Hasil struktur makro <i>tool 1</i> / 1660 rpm.....	32
Gambar 4.5 Hasil struktur makro <i>tool 2</i> / 1660 rpm.....	33
Gambar 4.6 Hasil struktur makro <i>tool 1</i> / 2350 rpm.....	33
Gambar 4.7 Hasil struktur makro <i>tool 2</i> / 2350 rpm.....	33

Gambar 4.8 Titik lokasi pengujian kekerasan.....	34
Gambar 4.9 Grafik hasil uji kekerasan pengelasan FSSW	35
Gambar 4.10 Kurva beban tarik geser dan regangan	36
Gambar 4.11 Grafik nilai rata – rata kapasitas beban tarik pada pengelasan FSSW	37
Gambar 4.12 Grafik perbandingan kapasitas beban tarik dengan tegangan tarik geser <i>tool</i> 1 metode pengelasan FSSW	39
Gambar 4.13 Grafik perbandingan kapasitas beban tarik dengan tegangan tarik geser <i>tool</i> 2 metode pengelasan FSSW	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat – sifat <i>polypropylene</i> (www.steelplasta.com, 2010)	14
Tabel 4.1 Hasil pengujian kekerasan	34
Tabel 4.2 Hasil pengujian tarik nilai kapasitas beban tarik metode pengelasan FSSW	37
Tabel 4.3 Hasil pengujian tarik nilai rata - rata F max dan nilai rata - rata luas area pada <i>tool 1</i> metode pengelasan FSSW	39
Tabel 4.4 Nilai kapasitas beban tarik dan nilai tegangan tarik geser pada <i>tool 1</i> metode pengelasan FSSW	39
Tabel 4.5 Hasil pengujian tarik nilai rata - rata F max dan nilai rata - rata luas area pada <i>tool 2</i> metode pengelasan FSSW	40
Tabel 4.6 Nilai kapasitas beban tarik dan nilai tegangan tarik geser pada <i>tool 2</i> metode pengelasan FSSW	40
Tabel 4.7 Nilai perbandingan kapasitas beban tarik peneliti terdahulu dengan penelitian sekarang	42
Tabel 4.8 Hasil Mode Kegagalan Pengujian Tarik	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil foto makro	48
Lampiran 2 Hasil pengujian kekerasan	50
Lampiran 3 Hasil pengujian tarik.....	57
Lampiran 4 Desain tool pengelasan FSSW	66

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

N	= Newton
F	= Beban (N)
A	= Luas area lasan (mm^2)
τ	= Tegangan tarik geser (N/mm^2)
PP	= Polypropylene
HD	= Satuan kekerasan
RPM	= Rotation Per Minute
mm/s	= Milimeter Per Seconds
FSSW	= Friction Stir Spot Welding
N/mm^2	= Newton Per Milimeter Persegi