

SKRIPSI

**PENGARUH KECEPATAN PUTAR *PIN TOOL* TERHADAP HASIL
KEKERASAN DAN SIFAT TARIK *FRICTION STIR WELDING DOUBLE
SIDED* ALUMINIUM SERI 1xxx DAN SERI 5xxx**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Teknik



UMY
UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA

Unggul & Islami

Disusun Oleh :

TEDHI RISWANTORO

20140130154

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

2021

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Tedhi Riswantoro
Nomor Induk Mahasiswa : 20140130154
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Penelitian : Pengaruh Kecepatan Putar *Pin Tool* Terhadap Hasil Kekerasan dan Sifat Tarik *Friction Stir Welding Double Sided* Alumunium Seri 1xxx dan Seri 5xxx

Dengan ini saya menyatakan sesungguhnya bahwa Skripsi ini bagian dari penelitian dosen pembimbing Muhhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng., dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya 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, tanpa ada tekanan atau paksaan dari pihak manapun dan bersedia mendapatkan sanksi akademik apabila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, 30 April 2021



Tedhi Riswantoro

(20140130154)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Pertama-tama saya mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, kesabaran serta tuntunan dalam menyelesaikan Skripsi ini. Tak lupa saya persembahkan Skripsi ini kepada :

1. Orang tua saya **Bapak Sungkono** dan **Ibu Heni Ekowati**. Terimakasih atas segala do'a dan pengorbanannya sehingga saya bisa menjadi seperti sekarang ini.
2. Calon pendamping hidup saya
3. Sahabat-sahabat saya **Fiqih Ismullah Azzuri** dan **Fiqky Yuandika** yang telah membantu dan memberikan support besar untuk saya selama ini.
4. Untuk Almamater **Universitas Muhammadiyah Yogyakarta** tercinta inilah tanggung jawab saya.

MOTTO

“KABEH KUI ISO, ANGGERE AWAKDEWE GELEM USAHA”

“Beri nilai dari usahanya, jangan dari hasilnya”

(Albert Einstein)

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Penyayang, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Kecepatan Putar *Pin Tool* Terhadap Hasil Kekerasan dan Sifat Tarik *Friction Stir Welding Double Sided* Alumunium Seri 1xxx dan Seri 5xxx”** .

Penelitian ini dilakukan untuk memberikan informasi hasil pengelasan *friction stir welding double sided* alumunium 1xxx dan alumunium 5xxx. *Friction stir welding double sided* digunakan karena penelitian *menggunakan friction stir welding double sided* jarang dilakukan dan penelitian *single sided* dan *double sided* dengan material sejenis yang sudah pernah dilakukan terjadi cacat. Sedangkan alumunium 1xxx dan alumunium 5xxx dipilih karena bahan tersebut jarang digunakan dalam pengelasan *friction stir welding double sided*.

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

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

Yogyakarta, 30 April 2021

Penulis

Tedhi Riswantoro

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Definisi Pengelasan	6
2.2.2 Jenis Pengelasan Secara <i>Solid State Welding (SSW)</i>	6
2.2.3 Bentuk <i>Pin Tool</i> Kerucut.....	7
2.2.4 Keunggulan dan Kelemahan <i>FSW</i>	8
2.2.5 Aplikasi <i>FSW</i>	9
2.2.6 Alumunium.....	12

BAB III	17
3.1 Diagram Alir Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.2.1 Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian	18
3.2.2 Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian	21
3.3 Proses Penelitian	23
3.3.1 Proses Pembuatan <i>Tool</i> Pengelasan.....	23
3.3.2 Proses Pengelasan.....	24
3.3.3 Proses Pengujian.....	24
BAB IV	30
4.1 Hasil Pengelasan Pada Proses <i>FSW Dissimilar</i>	30
4.2 Hasil Dari Foto Makro dan Mikro	31
a. Hasil Foto Makro.....	31
b. Hasil Foto Mikro	31
4.3 Hasil Uji Kekerasan	36
4.4 Hasil Uji Tarik.....	39
4.5 Fraktografi.....	44
BAB V	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
UCAPAN TERIMAKASIH	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil Pemeriksaan <i>FSW</i> Terhadap Bentuk Pin Yang Ada	8
Gambar 2.2 Mesin <i>FSW</i> (<i>horizontal</i>) dari <i>RV Machine Tools</i> Model <i>FSW 100-2000</i>	10
Gambar 2.3 Mesin <i>FSW</i> (<i>vertikal</i>) dari <i>Gatwick Machine Industries</i> model <i>CNC 15 FSW</i>	10
Gambar 2.4 <i>ABB IRB 6400</i> untuk aplikasi <i>FSW</i>	11
Gambar 2.5 <i>Neos Tricept</i> Robot untuk aplikasi <i>FSW</i>	12
Gambar 2.6 Diagram Fase Aluminium.....	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Percobaan <i>FSW</i> Pada Plat Aluminium	17
Gambar 3.2 Mesin Milling Vertikal	18
Gambar 3.3 Mesin Uji Struktur Makro	19
Gambar 3.4 Mesin Uji Struktur Mikro	20
Gambar 3.5 Mesin Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	20
Gambar 3.6 Mesin Uji Tarik	21
Gambar 3.7 Aluminium yang dipakai Aluminium 1xxx dan Aluminium 5xxx... 22	
Gambar 3.8 <i>Pin Tool</i> yang sudah jadi (A) <i>Pin Tool</i> dengan ujung diameter 4mm dan (B) <i>Pin Tool</i> dengan ujung diameter 2mm.....	22
Gambar 3.9 Desain <i>Pin Tool</i>	23
Gambar 3.10 Proses Perilaku Tegangan-Regangan ke Patahan (Callister, 2007 . 25	
Gambar 3.11 Kurva Tegangan-Regangan (Purnomo, 2010).....	26
Gambar 3. 12 Skema Uji Tarik Menurut ASTM E8	27
Gambar 4.1 Hasil Pengelasan <i>FSW Disimilar</i> Antara Aluminium Seri 1xxx (<i>Advancing</i>) Dengan Aluminium Seri 5xxx (<i>Retreating</i>) Variasi Kecepatan Putar(A) 910 Rpm (B) 1500 Rpm (C) 2280 Rpm	30
Gambar 4.2 Struktur Makro Sambungan Las <i>FSW</i> Dengan Variasi Kecepatan Putar Terhadap Daerah <i>BM</i> , <i>HAZ</i> dan <i>Stir Zone</i> Dengan Variasi Kecepatan Putar (A) 910 Rpm, (B) 1500 Rpm, (C) 2280 Rpm.....	31
Gambar 4.3 Daerah Pengujian Struktur Mikro.....	32
Gambar 4.4 (a) Struktur Mikro Daerah <i>Base Metal</i>	33

Gambar 4.5 Struktur Mikro Daerah <i>Stir Zone</i>	34
Gambar 4.6 Struktur Mikro Daerah HAZ Alumunium 1xxx	35
Gambar 4.7 Struktur Mikro Daerah HAZ Alumunium 5xxx	36
Gambar 4.8 Grafik Distribusi Pada Pusat Las	38
Gambar 4.9 Grafik Hasil Uji Tarik FSW <i>double sided</i> Pada Variasi Kecepatan putaran 910 Rpm, 1500 Rpm dan 2280 Rpm	39
Gambar 4.10 Pengaruh Kecepatan Putaran <i>Pin Tool</i> Terhadap Kekuatan Tarik dan Tegangan Luluh	41
Gambar 4.11 Pengaruh Kecepatan Putaran Pin Tool Terhadap Regangan	43
Gambar 4.12 Patahan Hasil Uji Tarik Tampak Depan Variasi Putaran <i>Pin Tool</i> 910rpm, 1500rpm dan 2280rpm	44
Gambar 4.13 Patahan Hasil Uji Tarik Tampak Samping Variasi Putaran <i>Pin Tool</i> 910rpm, 1500rpm dan 2280rpm	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat mekanis Aluminium	13
Tabel 2.2	Sifat fisik Aluminium	13
Tabel 2.3	Paduan-paduan yang ada pada aluminium.....	16
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Kekerasan	37
Tabel 4.2	Tabel Kekuatan Hasil Uji Tarik	40
Tabel 4.3	Tabel Tegangan Luluh	40
Tabel 4.4	Tabel Regangan Hasil Uji Tarik	40

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

cm/mnt	= <i>centimeters per minute</i>
mm/mnt	= <i>millimeters per minute</i>
rpm	= <i>rotation per minute</i>
mm	= <i>millimeters</i>
VHN	= <i>Vickers Hardness</i>
MPa	= <i>Megapascal</i>
FSW	= <i>Friction Stir Welding</i>
HAZ	= <i>Heat Affected Zone</i>
BM	= <i>Base Metal</i>
TMAZ	= <i>Thermomechanically Affected Zone</i>
SZ	= <i>Stir Zone</i>
Kgf	= <i>Kilogramforce</i>
Kgf/mm ²	= <i>Kilogramforce per milimeter²</i>
N	= <i>Newton</i>
m ²	= <i>meter²</i>
mm/s	= <i>millimeters/second</i>