

**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH VARIASI KECEPATAN PUTAR DAN BENTUK *PIN TOOL***  
**TERHADAP SIFAT TARIK PENGELASAN *FRICTION STIR SPOT***  
***WELDING* PADA *POLYPROPYLENE***

Ditunjukkan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**ARIEF FATHURRAHMAN**

**20160130148**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2021**

## **MOTTO**

“To get something you never had, you have to do something you never did”

(José N. Harris)

“Hidup yang tidak dipertaruhkan tidak akan pernah dimenangkan”

(Sutan Syahrir)

## **MAN JADDA WAJADA**

“Barangsiapa bersungguh-sungguh, pasti akan mendapatkannya.”

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah rabbill alamin saya panjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayahnya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir/skripsi. Terima kasih yang tiada henti – hentinya Allah SWT karena sudah menghadirkan orang-orang yang sangat berarti di dalam hidup saya dan sekelilingnya, karena merekalah yang selalu memberikan saya semangat serta doa sehingga skripsi ini dapat saya selesaikan dengan baik.

Karya ini dipersembahkan untuk:

1. Orang tua tercinta, Ayah Surya Atmil dan Ibu Ferismayanti, yang mana berkat do`a, didikan, dukungan, usaha dan air mata kalian yang membuat saya bisa sampai ketahap yang sekarang. Karya tulis ini saya persembahkan untuk kalian sebagai wujud rasa terima kasih atas segala pengorbanan dan jerih payah yang telah kalian lakukan agar saya dapat mengejar cita – cita saya dan bisa menggapainya kelak. Apa yang saya lakukan dan dapatkan hari ini belum ada apa adanya jika dibandingkan dengan apa yang telah kalian berikan kepada saya. Semoga setelah ini saya dapat membahagiakan kalian.
2. Teman-teman, terima kasih kepada seluruh teman-teman saya yang tak bisa saya sebutkan satu per satu. Berkat dukungan serta motivasi kalian saya bisa menyelesaikan karya tulis ini.

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arief Fathurrahman  
NIM : 20160130148  
Program Studi : Teknik Mesin  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Dengan ini saya menyatakan bahwa penulisan tugas akhir yang berjudul “ Pengaruh Variasi Kecepatan Putar dan Bentuk *Pin Tool* Terhadap Sifat Tarik Pengelasan *Friction Stir Spot Welding* Pada *Polypropylene*” ini merupakan hasil pemikiran, penerapan, dan penelitian saya sendiri, bukan dari hasil plagiat karya pihak manapun, terkecuali yang secara tertulis disebut sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar – benarnya dan dapat dipertanggung jawabkan.

Yogyakarta, 21 April 2021



Arief Fathurrahman

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan keagungan dari-Nya hingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Pengaruh Variasi Kecepatan Putar dan Bentuk *Pin Tool Terhadap Sifat Tarik Pengelasan Friction Stir Spot Welding Pada Polypropylene*”, sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar S1 di program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Umumnya para peneliti menggunakan kecepatan putar yang rendah pada saat proses pengelasan FSSW dengan spesimen berbahan plastik. Hal tersebut menyebabkan kekuatan Tarik yang lemah dan menghasilkan luas area *nugget* yang kecil yang disebabkan karena rendahnya panas yang dihasilkan. Pada proses pengelasan FSSW ini menggunakan kecepatan putar yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suhu yang tinggi saat proses pengelasan FSSW, sehingga dapat menghasilkan luas area *nugget* yang besar menggunakan kecepatan putar yang tinggi dengan spesimen berbahan plastik.

Penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bimbingan, dukungan, serta bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada : Ir. Aris Widy Nugroho, M.T., Ph.D. dan Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing yang dengan sabar telah mengarahkan, membimbing, memotifasi, serta memberikan masukan untuk kebaikan pembuatan tugas akhir ini. Terima kasih juga kepada pengolah Prodi Teknik Mesin yang telah memberikan fasilitas sebagai penunjang untuk menyelesaikan studi ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penyusunan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Yogyakarta, 21 April 2021



Arief Fathurrahman

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
MOTTO.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	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
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	8
2.2.1 Pengelasan .....	8
2.2.2 Friction Stir Spot Welding (FSSW) .....	9
2.2.3 Polypropylene.....	10
2.2.4 Keunggulan <i>Polypropylene</i> .....	11
2.3 Perekat .....	11
2.4 Uji Kekerasan .....	12
2.5 Uji Struktuk Makro.....	12
2.6 Uji Tarik .....	13

BAB 3 METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Diagram Alir penelitian .....	14
3.2 Tempat Penelitian .....	15
3.3 Pengadaan Alat dan Bahan.....	16
3.3.1 Alat.....	16
3.3.2 Bahan.....	20
3.4 Proses Penelitian.....	22
3.4.1 Proses Pembuatan <i>Tool</i> .....	22
3.4.2 Proses Pengelasan .....	23
3.4.3 Proses Pengujian.....	24
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	27
4.1 Hasil Pengelasan FSSW .....	27
4.1.1 Hasil Pengelasan dengan <i>Pin tool</i> 1 Silinder Datar dan <i>Pin tool</i> 2 Silinder Kerucut. ....	27
4.2 Pengaruh Putaran Pembebanan FSSW .....	29
4.2.1 Hasil Pengaruh Bentuk <i>Pin Tool</i> dan Kecepatan Putar Pada Putaran dan Pembebanan FSSW .....	29
4.2.2 Pembahasan Hasil Pengaruh Bentuk <i>Pin Tool</i> dan Kecepatan Putar Pada Putaran dan Pembebanan FSSW .....	32
4.3 Hasil Pengujian Struktur Makto .....	33
4.3.1 Hasil Pengujian dengan Parameter <i>Pin Tool</i> 1 Silinder Datar /10.000 rpm .....	33
4.3.2 Hasil Pengujian dengan Parameter <i>Pin Tool</i> 1 Silinder Datar /10.500 rpm .....	34
4.3.3 Hasil Pengujian dengan Parameter <i>Pin Tool</i> 1 Silinder Datar /11.000 rpm .....	34
4.3.4 Hasil Pengujian dengan Parameter <i>Pin Tool</i> 2 Silinder Kerucut /10.000 rpm .....	35
4.3.5 Hasil Pengujian dengan Parameter <i>Pin Tool</i> 2 Silinder Kerucut /10.500 rpm .....	35
4.3.6 Hasil Pengujian dengan Parameter <i>Pin Tool</i> 2 Silinder Kerucut /11.000 rpm .....	36
4.4 Hasil Pengujian Kekerasan.....	36
4.5 Hasil Pengujian Tarik .....	39

4.6 Fraktografi .....	44
BAB 5 KESIMPULANDAN SARAN .....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran .....	47
DAFTAR PUSTAKA .....	xvi
LAMPIRAN .....	xviii



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengaruh profil <i>pin tool</i> serta kecepatan putar pahat pada kekuatan las.....	7
Gambar 2.2 Efek dari putaran <i>tool</i> pada penampang sambungan. (a), putaran <i>tool</i> 710 rpm; (b), putaran <i>tool</i> 900 rpm; (c), putaran <i>tool</i> 1100 rpm.....	8
Gambar 2.3 Prinsip kerja metode pengelasan FSSW.....	10
Gambar 2.4 Struktur kimia <i>polypropylene</i> .....	11
Gambar 2.5 Kurva terangan regangan.....	13
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian .....	14
Gambar 3.2 Jangka sorong.....	16
Gambar 3.3 Bentuk <i>pin tool</i> yang digunakan (A) <i>pin tool</i> 1 silinder datar, (B) <i>pin tool</i> 2 silinder kerucut .....	17
Gambar 3.4 Mesin <i>friction stir spot welding</i> berbasis CNC.....	17
Gambar 3.5 Thermometer gun.....	18
Gambar 3.6 Stopwatch.....	18
Gambar 3.7 Shore D Durometer .....	19
Gambar 3. 8 Mikroskop optik Olympus-SZ .....	19
Gambar 3.9 <i>Zwick Roell Z020</i> .....	20
Gambar 3.10 Lem berkomposisi Cyanoacrylate Etil .....	20
Gambar 3.11 Lembaran <i>polypropylene</i> .....	21
Gambar 3.12 Baja Karbon Rendah.....	21
Gambar 3.13 Desain <i>Tool</i> 1 pengelasan FSSW <i>pin tool</i> silinder datar.....	22
Gambar 3.14 Desain <i>Tool</i> 2 pengelasan FSSW <i>pin tool</i> silinder kerucut ...	23
Gambar 3.15 Skema kerja alat pengujian kekerasan.....	24
Gambar 3.16 Dimensi benda uji standar EN 12814-2.....	26
Gambar 4. 1 Hasil pengelasan dengan <i>pin tool</i> 1 silinder datar dan <i>Pin tool</i> 2 Silinder Kerucut.....	27
Gambar 4.2 Grafik Pembebanan Selama Proses Pengelasan FSSW (1) Spesiment <i>pin tool</i> 1 Silinder Datar / 10.000 rpm, (2) Spesiment <i>pin tool</i> 1 Silinder Datar / 10.500 rpm, (3) Spesiment <i>pin tool</i> 1 Silinder Datar / 11.000 rpm, (4) Spesiment <i>pin tool</i> 2 Silinder Kerucut / 10.000 rpm, (5) Spesiment <i>pin tool</i> 2 Silinder Kerucut / 10.500 rpm, (6) Spesiment <i>pin tool</i> 2 Silinder	

Kerucut / 11.000 rpm.....	32
Gambar 4. 3 Hasil struktur makro <i>pin tool</i> 1 silinder datar / 10.000 rpm ...	33
Gambar 4. 4 Hasil struktur makro <i>pin tool</i> 1 silinder datar / 10.500 rpm ...	34
Gambar 4. 5 Hasil struktur makro <i>pin tool</i> 1 silinder datar / 11.000 rpm ...	34
Gambar 4. 6 Hasil struktur makro <i>pin tool</i> 2 silinder kerucut / 10.000 rpm	35
Gambar 4. 7 Hasil struktur makro <i>pin tool</i> 2 silinder kerucut / 10.500 rpm	35
Gambar 4. 8 Hasil struktur makro <i>pin tool</i> 2 silinder kerucut / 11.000 rpm	36
Gambar 4. 9 Titik lokasi pengujian .....	37
Gambar 4. 10 Grafik hasil uji kekerasan metode pengelasan FSSW .....	38
Gambar 4. 11 Kurva beban tarik geser dan regangan .....	39
Gambar 4. 12 Grafik nilai rata-rata kapasitas beban tarik pada pengelasan FSSW .....	41
Gambar 4. 13 Mode kegagalan uji Tarik <i>friction stir spot welding</i> dengan <i>pin tool</i> 1 silinder datar dan <i>pin tool</i> 2 silinder kerucut.....	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-sifat pada <i>polypropylene</i> (www.steelplasta.com, 2010).....	11
Tabel 3.1 Tabel parameter konstan .....	23
Tabel 4.1 Beban Maksimum Spesimen.....	29
Tabel 4.2 Hasil pengujian kekerasan.....	38
Tabel 4.3 Hasil uji tarik nilai kapasitas beban tarik pengelasan <i>friction stir spot welding</i> .....	41
Tabel 4.4 Perbandingan nilai kapasitas beban tarik dengan penelitian terdahulu .....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Uji Struktur Makro .....	xviii
Lampiran 2 Data Hasil Uji Kekerasan .....	xx
Lampiran 3 Data Hasil Uji Tarik.....	xxvi
Lampiran 4 Desain Ukuran dan Bentuk <i>Tool</i> .....	xli