

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**Pengaruh Feed Rate Terhadap Kekuatan Mekanik Pengelasan Friction Stir
Welding Pada High Density Polyethylene (HDPE)**

*Effect of Feed Rate on Mechanical Strength of Welding Friction Stir Welding
on High Density Polyethylene (HDPE)*

Dipersiapkan dan disusun oleh :

RINTO
20140130035

Telah dipertanggung jawabkan didepan Dewan Penguji

Pada tanggal, 13 Agustus 2019

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D.
NIK. 19700307 199509 123022

Muh. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng.
NIP. 19790523 200501 1 001

Penguji

Dr. Bambang Riyanta, S.T., M.T.
NIK. 19710124 199603 123025

**Skrripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana**

Tanggal, 02 September 2019

Mengetahui,
Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY

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

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rinto
NIM : 20140130035
Jurusan : Teknik Mesin
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“PENGARUH FEED RATE TERHADAP KEKUATAN MEKANIK PENGELASAN FRICTION STIR WELDING PADA HIGH DENSITY POLYETHLENE (HDPE)”** ini adalah bentuk dari penelitian Dosen Pembimbing (Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D.) segala plagiasi dari penelitian ini harus seizin dosen yang bersangkutan.

Yogyakarta, Agustus 2019

Rinto
NIM. 20140130035

MOTTO

“ Keberhasilan bukanlah milik orang yang pintar.
Keberhasilan adalah kepunyaan mereka yang senantiasa berusaha”

B.J. Habibie

INTISARI

Friction Stir Welding adalah sambungan dengan memanfaatkan panas yang terjadi akibat gesekan alat pin terhadap benda kerja, jenis penyambungan ini pertama kali ditemukan oleh Wayne Thomas di The Welding Institute (TWI) in 1991. Friction Stir Welding memiliki beberapa parameter yang dapat mempengaruhi hasil pengelasan seperti, parameter kecepatan rotasi, feed rate, kedalaman terjun, suhu, dan variasi dalam bentuk pin tool. Tujuan dilakukannya penelitian ini untuk mengetahui kekuatan pada parameter *feed rate* pada saat proses pengelasan dengan material *High Density Polyethelene* (HDPE) dengan melakukan pengujian tarik, bending, serta struktur makro pada pengelasan FSW.

Untuk penelitian ini menggunakan parameter pengaruh feed rate terhadap kekuatan mekanik pengelasan friction stir welding pada high density polyethylene (HDPE), variasi feed rate yang digunakan dalam penelitian ini adalah feed rate 10mm/menit, 14mm/menit, dan 20mm/menit dengan Kecepatan putaran 900 rpm, pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian tarik dengan standar ASTM D 638, pengujian bending dengan standar ASTM D 790, dan uji struktur makro.

Dari hasil yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa hasil uji tarik yang memiliki nilai tertinggi terdapat pada parameter feed rate 14mm/menit dengan nilai 16,2 MPa sedangkan hasil terendah adalah pada feed rate 10mm/ menit dengan 13,6 MPa, dan untuk pengujian bending menghasilkan nilai tertinggi yang terdapat pada parameter feed rate 14mm/menit dengan nilai 16,2 MPa sedangkan hasil nilai terendah ditemukan pada feed rate 10mm/menit dengan nilai 15,8 MPa. Untuk pengujian struktur makro terdapat banyak cacat yang terjadi pada variasi feed rate 10mm/menit.

Kata kunci : Friction Stir Welding, HDPE, Feed Rate, Uji Tarik, Uji Bending, Struktur Marko.

ABSTRACT

Friction Stir Welding is a connection by utilizing heat that occurs due to friction of the pin tool to the workpiece, this type of connection was first discovered by Wayne Thomas at The Welding Institute (TWI) in 1991. Friction Stir Welding has several parameters that can affect the results of welding such as, parameters of rotational speed, feed rate, depth of plunge, temperature, and variations in the form of pin tool. The purpose of this study was to determine the strength of the feed rate parameters during the welding process with High Density Polyethelene (HDPE) material by testing tensile, bending, and macro structures in FSW welding.

For this study using the parameters of the influence of the feed rate on the mechanical strength of welding friction stir welding in high density polyethylene (HDPE), variations in feed rate used in this study are feed rates of 10mm/min, 14mm/min, and 20mm/min with rotational speeds of 900 rpm, tests conducted in this study are tensile testing with ASTM D 638 standard, bending testing with ASTM D 790 standard, and macro structure testing.

From the results obtained in this study indicate that the tensile test results that have the highest value are in the feed rate parameter of 14mm/min with a value of 16.2 MPa while the lowest results are at a feed rate of 10mm/min with 13.6 MPa, and for bending testing produces the highest value found in the feed rate parameter of 14mm/minute with a value of 16.2 MPa while the lowest value results found at a feed rate of 10mm/minute with a value of 15.8 MPa. For testing the macro structure there are many defects that occur at 10mm/minute variations in feed rates.

Key words : Friction Stir Welding, HDPE, Feed Rate, Tensile Strength, Bending Strength, Marko Structure.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur Alhamdulillahirobbil'alamin kepada Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, nikmat, dan hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini tanpa halangan apapun dengan judul tugas akhir **“Pengaruh Feed Rate Terhadap kekuatan Mekanik Pengelasan Friction Stir Welding Pada High Density Polyethylene (HDPE)”**.

Bahan HDPE merupakan salah satu polimer yang populer karena ketersediaan dan kompetitifnya biaya, semakin meningkatnya perkembangan plastik rekayasa saat ini permintaan untuk handal dan cepat. Produktifitas tinggi dan biaya yang efektif pada metode penyambungan juga meningkat. Maka dipilihlah pengelasan friction stir welding sebagai metode penyambungan karena FSW merupakan metode penyambungan yang efektif untuk menyambung bahan termoplastik seperti HDPE.

Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan akademis jenjang Strata Satu (S1) di Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Untuk 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 , Agustus 2019
Penulis

Rinto
NIM. 20140130035

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	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. Friction Stir Welding.....	10
2.2.3. High Density Polyethylene.....	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1. Diagram Alir Penelitian	18
3.2. Pengadaan Alat dan Bahan	19
3.2.1. Alat Penelitian.....	19
3.2.2. Bahan Penelitian	26
3.3. Waktu dan Tempat Penelitian.....	27
3.4. Proses Penelitian	28

3.4.1. Proses Pengelasan	29
3.5. Persipan dan Pengujian Spesimen.....	31
3.5.1. Pengujian Tarik	32
3.5.2. Pengujian Bending	35
3.5.3. Pengujian Struktur Makro.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1. Hasil Pengelasan FSW	39
4.1.1. Hasil Pengelasan dengan Feed Rate 10mm/menit	39
4.1.2. Hasil Pengelasan dengan Feed Rate 14mm/menit	40
4.1.3. Hasil Pengelasan dengan Feed Rate 20mm/menit	41
4.2. Hasil Uji Makro	42
4.3. Hasil Pengujian Tarik.....	45
4.4. Hasil pengujian Bending	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1. Kesimpulan	65
5.2. Saran	67
UCAPAN TERIMA KASIH.....	68
DAFTAR PUSTAKA	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Friction Stir Welding.....	11
Gambar 2.2 Proses Pengerjaan FSW.....	12
Gambar 2.3 Lembaran Material HDPE.....	15
Gambar 2.4 Simbol HDPE.....	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Friction Stir Welding	18
Gambar 3.2 Mesin Milling	19
Gambar 3.3 Alat Uji Tarik dan Bending.....	20
Gambar 3.4 Mikroskop Optic USB.....	22
Gambar 3.5 Sketsa pin tool ulir 3mm	22
Gambar 3.6 Pin Tool Ulir 3mm	23
Gambar 3.7 Gerinda Tangan	23
Gambar 3.8 Tachometer	24
Gambar 3.9 Ampelas.....	24
Gambar 3.10 Jangka Sorong	25
Gambar 3.11 HDPE	26
Gambar 3.12 Hasil Las Feed Rate 10,14,20 mm/menit	29
Gambar 3.13 Proses Pengelasan	30
Gambar 3.14 Sketsa Uji Tarik.....	31
Gambar 3.15 Spesimen Raw Material Uji Tarik.....	31
Gambar 3.16 Sketsa Uji Bending.....	32
Gambar 3.17 Spesimen Raw Material Uji Bending.....	32
Gambar 3.18 Pengujian Tarik	33
Gambar 3.19 Pengujian Bending	36
Gambar 3.20 Uji Makro Optic	38
Gambar 4.1 Hasil Pengelasan dengan Feed Rate 10mm/menit	39
Gambar 4.2 Hasil Pengelasan dengan Feed Rate 14mm/menit.....	40
Gambar 4.3 Hasil Pengelasan dengan Feed Rate 20mm/menit	41

Gambar 4.4 Struktur Makro dengan <i>Feed Rate</i> 10mm/menit.....	42
Gambar 4.5 Struktur Makro dengan <i>Feed Rate</i> 14mm/menit.....	43
Gambar 4.6 Struktur Makro dengan <i>Feed Rate</i> 20mm/menit.....	44
Gambar 4.7 Kurva Nilai Kekuatan Tarik Pada Setiap Variasi <i>Feed Rate</i>	45
Gambar 4.8 Raw Material Uji Tarik	46
Gambar 4.9 Hasil Uji Tarik Variasi <i>Feed Rate</i> 10mm/menit.....	47
Gambar 4.10 Hasil Patahan Uji Tarik <i>Feed Rate</i> 10mm/menit	47
Gambar 4.11 Hasil Uji Tarik Variasi <i>Feed Rate</i> 14mm/menit.....	48
Gambar 4.12 Hasil Patahan Uji Tarik <i>Feed Rate</i> 14mm/menit.....	48
Gambar 4.13 Hasil Uji Tarik Variasi <i>Feed Rate</i> 20mm/menit.....	48
Gambar 4.14 Hasil Patahan Uji Tarik <i>Feed Rate</i> 20mm/menit	49
Gambar 4.15 Grafik Tegangan Pengelasan FSW Pada Pengujian Tarik	51
Gambar 4.16 Grafik Regangan Pengelasan FSW Pada Pengujian Tarik.....	52
Gambar 4.17 Kurva Nilai Kekuatan Bending Pada Setiap Variasi.....	55
Gambar 4.18 Raw Material Uji Bending	57
Gambar 4.19 Variasi <i>Feed Rate</i> 10mm/menit Uji Bending	57
Gambar 4.20 Variasi <i>Feed Rate</i> 14mm/menit Uji Bending.....	58
Gambar 4.21 Variasi <i>Feed Rate</i> 20mm/menit Uji Bending	58
Gambar 4.22 Grafik Kekuatan Lentur Pengelasan FSW Uji Bending.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik HDPE	17
Tabel 2.2 Sifat HDPE.....	17
Tabel 3.1 Spesifikasi Alat Uji Tarik dan Uji Bending	20
Tabel 3.2 Sifat Fisik dan Mekanik (HDPE)	27
Tabel 4.1 Hasil Nilai Kekuatan Tegangan (<i>Stress</i>) Pengujian Tarik Pengelasan FSW pada material HDPE	50
Tabel 4.2 Gambar Hasil Spesimen pada Pengujian Tarik.....	54
Tabel 4.3 Hasil Nilai Kekuatan Lentur Pengujian Bending Pengelasan FSW Pada Material HDPE	59
Tabel 4.4 Gambar Hasil Permukaan Spesimen Pada Pengujian Bending....	62
Tabel 4.5 Gambar Hasil Bawah Spesimen Pada Pengujian Bending	63

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

HDPE	= <i>High Density polythelene</i>
FSW	= <i>Friction Stir welding</i>
TWI	= <i>The Welding Institute</i>
TMAZ	= <i>Thermomechanically Affected Zone</i>
ASTM	= <i>American Standard Testing and Material</i>
F	= Beban (N)
Ao	= Luas area awal (mm^2)
Lo	= Panjang awal (mm)
ΔL	= Penambahan panjang (mm)
F	= Beban (N)
E	= Modulus Young atau modulus elastisitas (Mpa)
σ	= Tegangan lentur (MPa)
P	= Beban/gaya yang terjadi (N)
L	= Jarak point/span (mm)
b	= Lebar spesimen (mm)
d	= Ketebalan specimen (mm)

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberi kemudahan dan kelancaran dalam penelitian ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan yang baik ini perkenankan penulis untuk mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, ST., M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah membimbing serta memberikan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Muhmmad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing serta memberikan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Bambang Riyanta, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan dan saran terhadap tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua saya Robina dan Dariyah, serta kedua adik saya Dimas Dwi Riski dan Riski Aji yang memberikan dukungan baik moral, spiritual, maupun material hingga terselesainya laporan tugas akhir ini.
6. Akademi Teknik Mesin Industri (ATMI) yang telah membantu untuk pengujian pada tugas akhir ini.
7. Seluruh Dosen pengajar dan staff di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis.
8. Sahabat seperjuangan pada penelitian ini Aripin dan muhammad Rafiuddin Imbaraga yang telah bersama-sama menyelesaikan tugas akhir ini.

9. Seluruh teman-teman Teknik Mesin kelas A angkatan 2014 yang telah bersama-sama berjuang dari awal.
10. Teman-teman kontrakan sunda yang selalu memberi dukungan mengenai tugas akhir ini.
11. Fitri Fauzyah yang selalu menemani, memberi semangat dan mendengarkan keluh kesah hingga sampai terselesaikannya tugas akhir ini.
12. Kepada pihak-pihak yang belum tercantum diatas penulis mengucapkan terima kasih.