

## **TUGAS AKHIR**

# **PENGARUH TEMPERATUR PROSESPENGELASAN *FRICTION STIR WELDING (FSW)* PADA ALUMINIUM SERI 6061 T-6 DENGAN UJI TARIK**



**Tugas Akhir ini Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar  
Sarjana S-1 Pada Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Disusun Oleh:  
ARIF WIBOWO  
NIM: D200 090 017**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2018**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIBSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa usulan judul Tugas Akhir: **"PENGARUH TEMPERATUR PROSES PENGELASAN FRICTION STIR WELDING (FSW) PADA ALUMINIUM SERI 6061 T-6 TERHADAP UJI TARIK"** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh ini yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan dilingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian sumber informasi saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta , 2018

Yang menyatakan,



**ARIF WIBOWO**

## HALAMAN PERSETUJIAN

Tugas akhir ini berjudul "**PENGARUH TEMPERATUR PROSES PENGELASAN FRICTION STIR WELDING (FSW) PADA ALUMINIUM SERI 6061 T-6 TERHADAP UJI TARIK**", telah disetujui oleh pembimbing dan diterima oleh sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat Sarjana (Strata 1) Teknik Mesin di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : ARIF WIBOWO

Nim : D 200 090 017

Disetujui pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 20 Maret 2018

Pembimbing Tugas Akhir



(Dr. Agus Dwi Anggono.)

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini berjudul “PENGARUH TEMPERATUR PROSES PENGELASAN *FRICITION STIR WELDING* (FSW) PADA ALUMINIUM SERI 6061 T-6 TERHADAP UJI TARIK”, telah dipertahankan oleh tim pengujian telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat Sarjana (Strata 1) Teknik Mesin di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : ARIF WIBOWO

Nim : D 200 090 017

Disahkan pada:

Hari / Tgl : *Senin 09 April 2018*

Tim penguji :

Ketua : Dr. Agus Dwi Anggono.

1

Anggota 1 : Wijianto, ST. MEng. Sc.

2

Anggota 2 : Ir. Pramuko I.P. MT.

3

Dekan,



Ir. Sri Sunarjo, MT.Ph.D

Ketua Jurusan,

Ir. H. Subroto, MT

## **Motto**

*“Barang siapa bertaqwa kepada Allah, maka Allah akan memberikan jalan keluar kepadanya dan memberi rizki tanpa disangka-sangka. Barang siapa bertaqwa kepada Allah akan dihapus dosa dosanya dan akan mendapat pahala yang agung”*

*(Qs Ath-thalaq : 2,3,4)*

*"Tiadanya keyakinanlah yang membuat orang takut menghadapi tantangan; dan saya percaya pada diri saya sendiri."*

*(Muhammad Ali)*

*Berusahalah jangan sampai terlengah walau sedetik saja, karena atas kelengahan kita tak akan bisa dikembalikan seperti semula*

## Abstraksi

Dalam dunia industri proses peyambungan merupakan salah satu teknik yang sering digunakan dalam pembuatan material atau komponen dalam proses pembatan produk. Salah satunya metode yang sering digunakan adalah *Friction Stir Welding* (FSW) memanfaatkan gesekan yang terjadi antara tool dan benda kerja yang akan disambung.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik sambungan menggunakan metode Friction Stir Welding (FSW) pada material Aluminium 6061 T-6 dengan varriasi temperatur suhu kamar 120°C, 140°C, 160°C, 180°C dan 200°C.

Dari data hasil pengujian tarik didapat bahwa pengelasan *Friction Stir Welding* (FSW) pada material Aluminium 6061 T-6 kekuatan tarik tertinggi terjadi pada tegangan dengan variasi temperatur 200°C sebesar 172,38 Mpa, regangan sebesar 3,5075% UTS sebesar 54,017% sedangkan nilai kekuatan tarik terendah terjadi pada variasi suhu kamar sebesar 117,15 Mpa, regangan sebesar 2,15% dan UTS 36,71

**Kata kunci : *Friction Stir Welding*, Aluminium sei 6061 T-6 dengan uji tarik**

## **Abstract**

In the industrial world the process of peyambungan is one of the techniques often used in the manufacture of materials or components in the process of product pembatan. One of the most commonly used methods is FrictionStrir Welding (FSW) utilizing friction between tool and work object to be connected.

The purpose of this research is to know the tensile strength of the connection using Friction Stir Welding (FSW) method on Aluminum 6061 T-6 material with room temperature velry temperature of 120°C, 140°C, 160°C, 180°C and 200°C.

From the data of tensile testing result, it was found that the welding of Friction Stir Welding (FSW) on Aluminum 6061 T-6 material of tensile strength was highest in the voltage with 200 ° C temperature variation of 172.38 Mpa, the strain of 3.5075% UTS was 54.017% the lowest tensile strength value occurred at room temperature variation of 11.7.15 MPa, strain of 2.15% and UTS 36.71%

**Keywords: Friction Stir Welding, Aluminum sei 6061 T-6 with tensile test**

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum. WR. Wb*

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir berjudul "**PENGARUH TEMPERATUR PROSES PENGELASAN FRICTION STIR WELDING (FSW) PADA ALUMINIUM SERI 6061 T-6 DENGAN UJI TARIK**" dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu penulis pada kesempatan ini dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT.,Ph.D. Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhamadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. H. Subroto. MT selaku ketua jurusan Teknik Mesin serta pembimbing yang telah memberikan dukungan serta arahan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Agus Dwi Anggono selaku pembimbing yang telah memberikan dukungan serta arahan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
4. Teman seperjuangan Dedi Triyoko, ST., Eko Cristianto, ST., terimakasih atas kerjasama dan semua bantuan.
5. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2009 yang telah membantu proses pengerjaan tugas akhir ini, dan semoga sukses untuk kalian semua.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

*Wassalamu'alaikum. Wr. Wb*



## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Pernyataan Keaslian Skripsi .....	ii
Halaman Persetujuan.....	iii
Halaman Pengesahan .....	iv
Lembar Motto .....	v
Abstraksi .....	vi
Abstract .....	vii
Kata Pengantar .....	viii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Tabel .....	xviii
Daftar Diagram.....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumuan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TUNJUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Kajian Pustaka .....	5

2.2	Landasan Teori .....	8
2.3	Parameter Pengelasan <i>Friction Stir Welding</i> (FSW) ..	12
2.4	Aliran Marelal .....	16
2.5	Kelebihan dan Kekurangan <i>Friction Stir Welding</i> (FSW).....	17
2.6	Aplikasi <i>Friction Stir Welding</i> (FSW) .....	19
2.7	Aluminium .....	22
2.8	Klasifikasi Aluminium Paduan .....	23
2.9	Aluminium Paduan Seri 6061 .....	27
2.10	Pengujian Hasil Pengelasan FSW .....	29
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>		<b>33</b>
3.1	Diagram Penelitian.....	33
3.2	Tempat Penelitian .....	34
3.3	Persiapan Bahan .....	34
3.4	Peralatan Proses Pengelasan dan Pembuatan Spesimen .....	35
3.5	Peralatan Pengujian Spesimen .....	49
3.6	Pelaksanaan Pengelasan dan Pembuatan Spesimen .....	49
3.7	Pengujian Spesimen Pengelasan .....	63
<b>BAB IV DATA DAN ANALISA .....</b>		<b>68</b>

4.1 Hasil dan Pembahasan .....	68
4.2 Pengujian Tarik .....	73
4.3 Hasil dari Pengujian Tarik .....	75

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	82
5.2 Saran .....	83

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1 Klasifikasi Proses Pengelasan .....	9
2. Gambar 2.2 <i>Friction Stir Welding</i> .....	10
3. Gambar 2.3 <i>Proses Friction Stir Welding</i> .....	11
4. Gambar 2.4 Jenis Sambungan <i>Friction Stir Welding</i> .....	12
5. Gambar 2.5 Bagian <i>Tool Joint</i> .....	12
6. Gambar 2.6 Contoh Jenis kontur <i>Soulder</i> .....	13
7. Gambar 2.7 ContohJenis Profil Pin .....	14
8. Gambar 2.8 <i>Tool Tilt Angle</i> .....	15
9. Gambar 2.9 <i>Depth Plunge</i> .....	16
10. Gambar 2.10 <i>Advacing dan Retreacing Side</i> .....	17
11. Gambar 2.11 Aplikasi FSW pada TWB .....	19
12. Gambar 2.12 Aplikasi FSW pada Mobil.....	20
13. Gambar 2.13 Aplikasi FSW pada Kapal .....	21
14. Gambar 2.14 Diagram Fasa Aliminium seri 6000.....	28
15. Gambar 2.15 Uji Tarik .....	30
16. Gambar 3.1 Diagram Alir.....	32
17. Gambar 3.2 <i>Base Metal</i> Aluminium 6061 T-6 .....	33
18. Gambar 3.3 <i>Backing Plate</i> .....	34
19. Gambar 3.4 material Tool Join Bholer K 100 .....	34
20. Gambar 3.5 Mesin <i>Shearing</i> UMS.....	35
21. Gambar 3.6 Mesin <i>Milling</i> Lab. Solo Techno Park .....	36

22. Gambar 3.7 <i>Heater</i> .....	38
23. Gambar 3.8 Mesin Gerinda tangan .....	38
24. Gambar 3.9 Jangka Sorong .....	39
25. Gambar 3.10 <i>Dial Indicator</i> .....	40
26. Gambar 3.11 <i>Dial Test Indicator</i> (puspa) .....	41
27. Gambar 3.12 Tool Setter .....	43
28. Gambar 3.13 Sentrofix .....	43
29. Gambar 3.14 Kikir .....	43
30. Gambar 3.15 <i>Clamping</i> (penjepit) .....	44
31. Gambar 3.16 <i>Sport Infrared Thermometer</i> .....	45
32. Gambar <i>Thermorouter</i> .....	46
33. Gambar 3.18 Alat Uji Tarik .....	48
34. Gambar 3.19 <i>Base metal</i> .....	49
35. Gambar 3.22 proses meratakan Spesimen dengan Mesin Milling Konvensional .....	50
36. Gambar 3.22 Proses penyetingan <i>Heater</i> .....	52
37. Gambar 3.23 <i>Tool Joint</i> .....	53
38. Gambar 3.24 Proses seting kerataan permukaan <i>Backing Plate</i> .....	56
39. Gambar 3.25 seting kerataan pelat yang akan dilas .....	56
40. Gambar 3.26 menentukan titik nol pada sumbu Y dengan menggunakan <i>Centrofix</i> .....	57
41. Gambar 3.27 Proses setting <i>Spindle head</i>	

dengan posisi kemiringan 1° .....	58
42. Gambar 3.28 <i>Tool Join pad Arbor</i> .....	58
43. Gambar 3.29 menentukan titik nol pada sumbu Z dengan <i>Tool Setter</i> .....	58
44. Gambar 3.30 proses setting <i>rotational speed and Feed Rate</i> .....	59
45. Gambar 3.31 proses setting penambahan temperatur sampai suhu yang diinginkan dengan menggunakan <i>Heater</i> .....	60
46. Gambar 3.32 menyentuhkan ujung pin atau <i>probe</i> pada permukaan pelat aluminium yang akan dilas .....	60
47. Gambar 3.33 Proses pengelasan <i>Friction Stir Welding</i> (FSW) disepanjang jalur pengelasan .....	61
48. Gambar 3.34 membaca temperatur pengelasan (FSW) dengan menggunakan <i>Thermorouter</i> dan <i>Spot Infrared Thermometer</i> .....	62
49. Gambar 3.35 Pengecekan pin/ <i>probe</i> setelah proses pengelasan <i>Friction Stir Welding</i> .....	63
50. Gambar 3.36 Dimensi Pengujian Tarik dengan standar ASTM E8M.....	65
51. Gambar 4.1 Pengelasan <i>Friction Stir welding</i> dengan Variasi suhu kamar .....	67
52. Gambar 4.2 Pengelasan <i>Friction Stir welding</i> dengan	

Variasi temperatur 120°C.....	68
53. Gambar 4.3 Pengelasan <i>Friction Stir welding</i> dengan Variasi temperatur 140°C.....	68
54. Gambar 4.4 Pengelasan <i>Friction Stir welding</i> dengan Variasi temperatur 160°C.....	69
55. Gambar 4.5 Pengelasan <i>Friction Stir welding</i> dengan Variasi temperatur 180°C.....	69
56. Gambar 4.6 Pengelasan <i>Friction Stir welding</i> dengan Variasi temperatur 200°C.....	70
57. Gambar 4.7 Hasil uji tarik Pengelasan FSW 6061 – T6 dengan variasi suhu kamar.....	75
58. Gambar 4.8 Hasil Uji Tarik pengelasan FSW 6061 – T6 dengan variasi suhu 120°C.....	75
59. Gambar 4.9 Hasil Uji Tarik pengelasan FSW 6061 – T6 dengan variasi suhu 140°C.....	75
60. Gambar 4.10 Hasil Uji Tarik pengelasan FSW 6061 – T6 dengan variasi suhu 160°C.....	76
61. Gambar 4.11 Hasil Uji Tarik pengelasan FSW 6061 – T6 dengan variasi suhu 180°C.....	76
62. Gambar 4.12 Hasil Uji Tarik pengelasan FSW 6061 – T6 dengan variasi suhu 200°C.....	76
63. Gambar 4.13 Grafik Perbandingan <i>Ultimate Tensile Strength</i> .....	77

64. Gambar 4.14 Grafik perbandingan <i>Strain</i> /Regangan.....	79
65. Gambar 4.15 Grafik hasil perbandingan Efisiensi <i>Ultimate Tensile Streng</i> .....	80



## DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1 Jenis Material <i>Friction Stir welding</i> .....	13
2. Tabel 2.2 Aplikasi <i>Friction Stir welding</i> pada Dunia Industri .....	21
3. Tabel 2.3 Klasifikasi Jenis Aluminium .....	26
4. Tabel 2.4 Perlakuan Panas Aluminium .....	27
5. Tabel 2.5 Properties Aluminium alloy 6061 T-6.....	29
6. Tabel 3.1 Parameter Pengelasan.....	53
7. Tabel 3.2 Jumlah Spesimen Pengelasan.....	64
8. Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tarik .....	74

## DAFTAR DIAGRAM

1. Diagram Fasa Aluminium seri 6000.....	28
2. Diagram Alir .....	32