

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISA SIFAT MEKANIK DAN LAJU KOROSI SAMBUNGAN HASIL PENGELASAN METODE *FRICION* *STIR WELDING* (FSW) MENGGUNAKAN VARIASI KECEPATAN PUTAR *TOOL* DAN GERAK TRANSLASI MATERIAL PADA ALUMINIUM 1100

Diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan Tugas Akhir Pada
Program Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Mesin

Disusun Oleh :
Nama : Agung Nugraha
NIM : 2018250015



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA
2022

LEMBAR PENGESAHAN

Telah diperiksa dan diterima dengan baik oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir, untuk melengkapi dan memenuhi sebagian dari syarat-syarat guna mengikuti ujian Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Darma Persada.

Nama : Agung Nugraha

NIM : 2018250015

Jurusan : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : ANALISA SIFAT MEKANIK DAN LAJU KOROSI
SAMBUNGAN HASIL PENGELASAN METODE
FRICION STIR WELDING (FSW) MENGGUNAKAN
VARIASI KECEPATAN PUTAR *TOOL* DAN GERAK
TRANSLASI MATERIAL PADA ALUMINIUM 1100

Jakarta, 16 Agustus 2022

Pembimbing



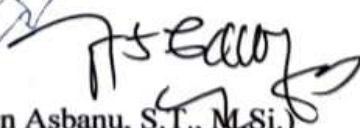
(Didik Sugiyanto, S.T., M.Eng.)



(Agung Nugraha)



Ketua Jurusan Teknik Mesin



(Husen Asbanu, S.T., M.Si.)

LEMBAR PERNYATAAN

Nama : Agung Nugraha

NIM : 2018250015

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Telah disidangkan pada tanggal 16 Agustus 2022 dihadapan panitia sidang serta para dosen penguji dan dinyatakan lulus sebagai Sarjana Teknik Mesin Program Strata Satu (S1).

Menyetujui



(Dr. Ir. Asyari, S.E., S.Kom.I., MSc, M.M., M.Ag.)

Dosen Penguji I



(Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng.)

Dosen Penguji II



(Herry Susanto, S.T., M.Si.)

Dosen Penguji III



(Didik Sugiyanto, S.T., M.Eng.)

Dosen Penguji IV

LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Agung Nugraha

NIM : 2018250015

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini saya susun sendiri berdasarkan hasil penelitian, bimbingan dan panduan dari buku – buku referensi lain yang terkait dan relevan dengan materi laporan Tugas Akhir. Judul dan isi dari laporan Tugas Akhir ini bebas dari plagiasi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 16 Agustus 2022



(Agung Nugraha)

ABSTRAK

Metode pengelasan *friction stir welding* ditemukan oleh Thomas dari *The Welding Institute* (TWI) pada tahun 1991. Pengelasan *friction stir welding* merupakan proses penyambungan logam tanpa *filler* dan tanpa meleleh. Proses penyambungan logam terjadi pada fase padat karena berlangsung pada temperature di bawah titik lebur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar *tool* dan gerak translasi material terhadap sifat mekanik dan laju korosi sambungan hasil pengelasan metode *friction stir welding*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada variasi kecepatan putar *tool* 2500 rpm dan gerak translasi material 43 mm/min memiliki sifat mekanik terbaik dengan nilai kuat tarik maksimum 101,85 MPa, regangan 3,45 % dan modulus elastisitas 29,52 GPa. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pada variasi kecepatan putar *tool* 2500 rpm dan gerak translasi material 43 mm/min memiliki ketahanan korosi yang baik dibandingkan dengan variasi yang lain yaitu sebesar 1,22 mm/y. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin rendah gerak translasi material maka semakin tinggi temperature yang dihasilkan akan menghasilkan panas yang cukup pada proses pengelasan sehingga material dapat teraduk secara maksimal menyebabkan sifat mekaniknya semakin baik dan nilai laju korosi yang minim.

Kata Kunci : Kecepatan Putar *Tool*, Gerak Translasi Material, *Friction Stir Welding*, Kekuatan Tarik Maksimum, Laju Korosi

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “*Analisa Sifat Mekanik dan Laju Korosi Sambungan Hasil Pengelasan Metode Friction Stir Welding (FSW) Menggunakan Variasi Kecepatan Putar Tool dan Gerak Translasi Material Pada Aluminium 1100*” dapat terselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini dibuat dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Studi Sarjana Teknik Mesin di Universitas Darma Persada.

Banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Didik Sugiyanto, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing.
2. Bapak Dr. Ade Supriatna, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Darma Persada.
3. Bapak Husen Asbanu, S.T., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Darma Persada.
4. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Teknik Mesin Universitas Darma Persada.
5. Rekan-rekan angkatan 2018.
6. PT. Anugrah Sinbet Mandiri sebagai tempat pelaksanaan Tugas Akhir.
7. PT. Kabelindo Murni Tbk sebagai tempat pengujian.
8. PT. Morita Tjokro Gearindo sebagai tempat pengujian.

9. Sdr. Friska Safira yang selalu memberikan semangat dalam pelaksanaan dan penulisan laporan Tugas Akhir.
10. Seluruh pihak secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penulisan laporan Tugas Akhir.

Menyadari laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembacanya.

Jakarta, 16 Agustus 2022



(Agung Nugraha)

2018250015

DAFTAR ISI

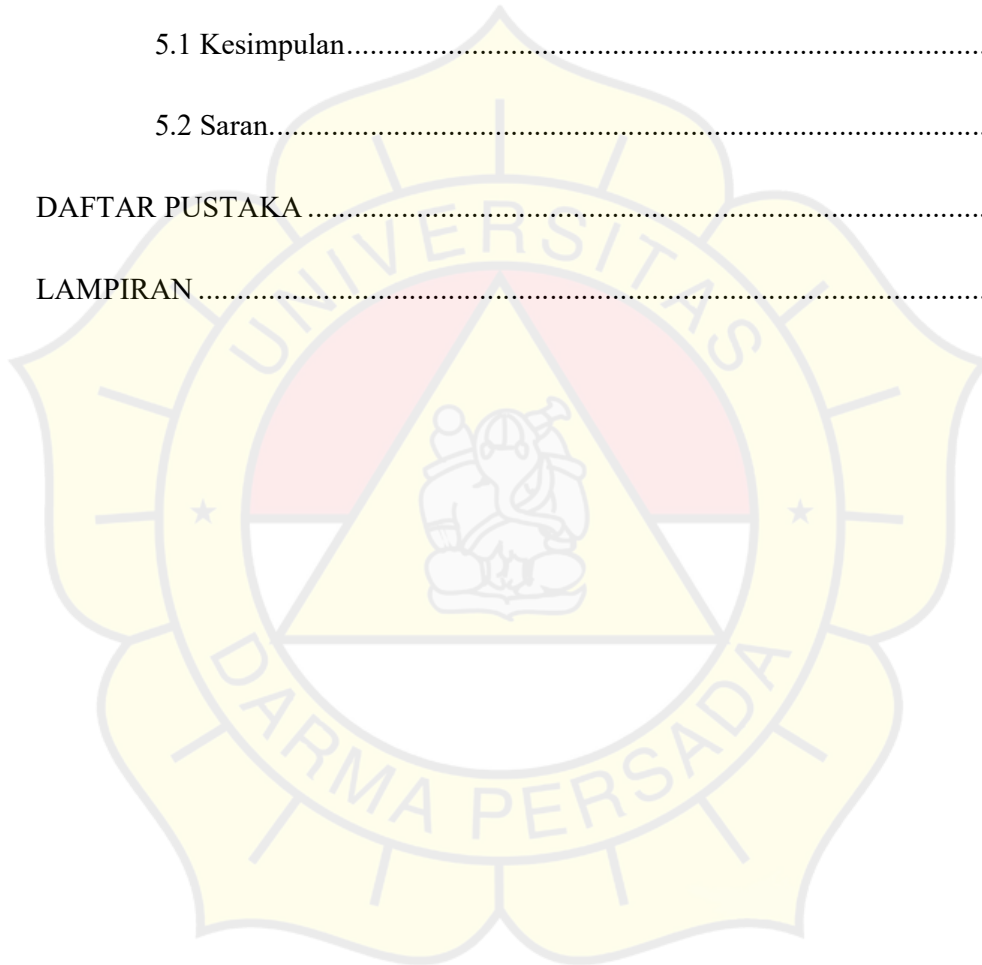
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Pengelasan.....	6
2.1.1 Definisi Pengelasan	6

2.1.2 <i>Friction Stir Welding</i>	7
2.1.3 Siklus <i>Thermal Las</i>	9
2.1.4 <i>Heat Input</i>	10
2.1.5 Klasifikasi Sambungan Las.....	11
2.2 Proses Bubut.....	13
2.3 Aluminium.....	15
2.3.1 Klasifikasi Aluminium dan Paduannya	15
2.3.2 Sifat Mampu Las Aluminium.....	17
2.4 <i>Heat Treatment</i>	18
2.4.1 <i>Hardening</i>	19
2.4.2 <i>Tampering</i>	20
2.4.3 <i>Quenching</i>	21
2.4.4 <i>Normalizing</i>	21
2.5 Korosi.....	21
2.5.1 Klasifikasi Korosi.....	22
2.6 Pengujian Korosi.....	26
2.7 Pengujian Kekerasan.....	27
2.8 Pengujian Tarik.....	28
2.9 Struktur Mikro	31
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Diagram Alir Penelitian	33

3.2 Variabel Penelitian.....	34
3.2.1 Variabel Bebas	34
3.2.2 Variabel Terikat.....	34
3.2.3 Variabel Terkontrol	34
3.3 Alat dan Bahan	35
3.3.1 Alat	35
3.3.2 Bahan	37
3.4 Desain Penelitian	41
3.4.1 <i>Tool Friction Stir Welding</i>	41
3.4.2 Ukuran Bahan Pengujian	41
3.4.3 <i>Specimen</i> Pengujian Tarik.....	43
3.4.4 <i>Specimen</i> Pengujian Korosi	43
3.5 Langkah Penelitian.....	44
3.5.1 Proses Pembuatan <i>Tool</i>	44
3.5.2 Proses Pengelasan <i>Friction Stir Welding</i>	45
3.5.3 Proses Pengujian Tarik	46
3.5.4 Proses Pengujian Korosi	47
3.5.5 Pengamatan Struktur Mikro	47
3.6 Teknik Pengumpulan Data	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Hasil Pembuatan <i>Tool Friction Stir Welding</i>	49

4.1.2 Hasil Pengujian Kekerasan	50
4.2 Pengaruh Kecepatan Putar <i>Tool</i> dan Gerak Translasi Material Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Metode <i>Friction Stir Welding</i>	50
4.2.1 Hasil Pengujian Tarik dengan Variasi Gerak Translasi Material Menggunakan Kecepatan Putar <i>Tool</i> 800 rpm.....	51
4.2.2 Hasil Pengujian Tarik dengan Variasi Gerak Translasi Material Menggunakan Kecepatan Putar <i>Tool</i> 1600 rpm.....	54
4.2.3 Hasil Pengujian Tarik dengan Variasi Gerak Translasi Material Menggunakan Kecepatan Putar <i>Tool</i> 2500 rpm.....	58
4.2.4 Analisa Hasil Pengelasan.....	61
4.2.5 Pengukuran Temperature.....	63
4.3 Pengaruh Kecepatan Putar <i>Tool</i> dan Gerak Translasi Material Terhadap Laju Korosi Hasil Pengelasan Metode <i>Friction Stir Welding</i>	64
4.3.1 Hasil Pengujian Korosi dengan Variasi Gerak Translasi Material Menggunakan Kecepatan Putar <i>Tool</i> 800 rpm.....	64
4.3.2 Hasil Pengujian Korosi dengan Variasi Gerak Translasi Material Menggunakan Kecepatan Putar <i>Tool</i> 1600 rpm.....	68
4.3.3 Hasil Pengujian Korosi dengan Variasi Gerak Translasi Material Menggunakan Kecepatan Putar <i>Tool</i> 2500 rpm.....	71

4.3.4 Hasil Pengujian Korosi dengan Variasi Gerak Translasi Material dan Kecepatan Putar <i>Tool</i> Menggunakan Media Korosif Air Laut.....	74
4.4 Pembahasan.....	76
BAB V PENUTUP	79
5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	84



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi proses pengelasan (Wiryosumarto, 2000).	6
Gambar 2.2 Skema pengelasan <i>friction stir welding</i> (Bahman Meyghani & Chuansong Wu, 2020).	7
Gambar 2.3 Daerah pengelasan (ASM International, 2007).	9
Gambar 2.4 Jenis-jenis sambungan las.	12
Gambar 2.5 Proses bubut rata, bubut permukaan, bubut tirus (Dwi, 2010).	13
Gambar 2.6 Korosi merata (Agung Suprihatin, 2016).	22
Gambar 2.7 korosi galvanik (Agung Suprihatin, 2016).	23
Gambar 2.8 Korosi celah (Agung Suprihatin, 2016).	24
Gambar 2.9 Korosi sumuran (Agung Suprihatin, 2016).	24
Gambar 2.10 Korosi regangan (Agung Suprihatin, 2016).	25
Gambar 2.11 Korosi batas butir (Agung Suprihatin, 2016).	25
Gambar 2.12 Skema pengujian kekerasan.	28
Gambar 2.13 Skema pengujian tarik (Mikell P. Groover, 2011).	30
Gambar 2.14 Curva tegangan-regangan (William D. Callister, 2006).	30
Gambar 2.15 Struktur mikro laju korosi Al-7075 (Mishra & Zoying Ma, 2005). ..	31
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.	33
Gambar 3.2 Mesin <i>milling</i> universal.	35
Gambar 3.3 Mikroskop BX60M.	36
Gambar 3.4 Mesin uji tarik zwick-germany.	36
Gambar 3.5 <i>Hardness rockwell tester</i>	37
Gambar 3.6 Desain dan dimensi <i>tool friction stir welding</i>	41

Gambar 3.7 <i>Specimen</i> sebelum pengelasan.....	42
Gambar 3.8 <i>Specimen</i> setelah pengelasan.....	42
Gambar 3.9 <i>Specimen</i> pengujian tarik (ASTM E8/E8M-22 – <i>Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials</i> , 2022).	43
Gambar 3.10 <i>Specimen</i> pengujian korosi dan pengamatan struktur mikro.....	44
Gambar 3.11 Proses <i>heat treatment</i>	45
Gambar 3.12 Proses pengelasan metode <i>friction stir welding</i>	46
Gambar 3.13 Proses pengujian tarik.	47
Gambar 3.14 Proses pengamatan struktur mikro.	48
Gambar 4.1 <i>Tool friction stir welding</i> setelah proses <i>machining</i> dan <i>heat treatment</i>	49
Gambar 4.2 Diagram hasil pengujian tarik menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 800 rpm.....	52
Gambar 4.3 Kurva beban - regangan menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 800 rpm dan gerak translasi material 43 mm/min.....	53
Gambar 4.4 Hasil pengujian tarik menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 800 rpm. .	53
Gambar 4.5 Diagram hasil pengujian tarik menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 1600 rpm.	56
Gambar 4.6 Kurva beban - regangan menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 1600 rpm dan gerak translasi material 43 mm/min.....	56
Gambar 4.7 Hasil pengujian tarik menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 1600 rpm.	57
Gambar 4.8 Diagram hasil pengujian tarik menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 2500 rpm.	59

Gambar 4.9 Kurva beban - regangan menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 2500 rpm dan gerak translasi material 43 mm/min.....	60
Gambar 4.10 Hasil pengujian tarik menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 2500 rpm.	60
Gambar 4.11 Diagram temperature proses pengelasan <i>friction stir welding</i>	63
Gambar 4.12 Diagram nilai laju korosi dengan menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 800 rpm.	66
Gambar 4.13 Hasil pengujian korosi dengan menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 800 rpm.	67
Gambar 4.14 Hasil pengamatan struktur mikro dengan menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 800 rpm.	67
Gambar 4.15 Diagram nilai laju korosi dengan menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 1600 rpm.	69
Gambar 4.16 Hasil pengujian korosi dengan menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 1600 rpm.	70
Gambar 4.17 Hasil pengamatan struktur mikro dengan menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 1600 rpm.	70
Gambar 4.18 Diagram nilai laju korosi dengan menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 2500 rpm.	72
Gambar 4.19 Hasil pengujian korosi dengan menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 2500 rpm.	73
Gambar 4.20 Hasil pengamatan struktur mikro dengan menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 2500.....	73
Gambar 4.21 Diagram hasil pengujian korosi dengan media korosif air laut.....	75

Gambar 4.22 Diagram hasil pengujian tarik. 76

Gambar 4.23 Diagram hasil pengujian korosi..... 77



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konstanta perhitungan laju korosi berdasarkan satuannya (ASTM G1 – <i>Assessment of Corrosion Damage</i> , 2017).....	27
Tabel 3.1 Komposisi kimia aluminium 1100 (ASTM B221M-21 – <i>Standard Specification for Aluminium and Aluminium-Alloy Extruded Bars, Rods, Wire, Profiles and Tubes</i> , 2021).....	38
Tabel 3.2 Sifat mekanik aluminium 1100 (ASM International – <i>Properties of Aluminum Alloys: Tensile, Creep, and Fatigue Data at High and Low Temperatures</i> , 1999).....	38
Tabel 3.3 Komposisi kimia air laut (<i>Marine Pollution Bulletin</i> , 2021).....	39
Tabel 3.4 Komposisi kimia AISI H13 (ASTM A681 - <i>Standard Specification for Tool Steels Alloy</i> , 2015).....	40
Tabel 3.5 Sifat fisik dan mekanis AISI H13 (LKALLOY).....	40
Tabel 4.1 Data hasil pengujian kekerasan AISI H13.....	50
Tabel 4.2 Data hasil pengujian tarik menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 800 rpm.	52
Tabel 4.3 Data hasil pengujian tarik menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 1600 rpm.	55
Tabel 4.4 Data hasil pengujian tarik menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 2500 rpm.	59
Tabel 4.5 Pengamatan hasil pengelasan <i>friction stir welding</i>	61
Tabel 4.6 Data hasil pengujian korosi dengan menggunakan kecepatan putar <i>tool</i> 800 rpm.....	66

Tabel 4.7 Data hasil pengujian korosi dengan menggunakan kecepatan putar *tool*
1600 rpm. 69

Tabel 4.8 Data hasil pengujian korosi dengan menggunakan kecepatan putar *tool*
2500 rpm. 72

Tabel 4.9 Data hasil pengujian korosi dengan menggunakan air laut. 74



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Tensile strength test report</i>	84
Lampiran 2 Kurva beban – regangan <i>specimen 1</i>	85
Lampiran 3 Kurva beban – regangan <i>specimen 2</i>	86
Lampiran 4 Kurva beban – regangan <i>specimen 3</i>	87
Lampiran 5 Laporan pengujian kekerasan <i>tool friction stir welding</i> hal 1.	88
Lampiran 6 Laporan pengujian kekerasan <i>tool friction stir welding</i> hal 2.	89

