

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul.....</b>	<b>i</b>
<b>Lembar Persoalan.....</b>	<b>ii</b>
<b>Lembar Pengesahan .....</b>	<b>iii</b>
<b>Lembar Pernyataan.....</b>	<b>iv</b>
<b>Lembar Persembahan .....</b>	<b>v</b>
<b>Kata Pengantar .....</b>	<b>vi</b>
<b><i>Abstract</i> .....</b>	<b>viii</b>
<b>Intisari .....</b>	<b>ix</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>x</b>
<b>Daftar Gambar .....</b>	<b>xiii</b>
<b>Daftar Tabel.....</b>	<b>xv</b>

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Metode Pengambilan Data .....	3
1.5 Sistemstika Penulisan.....	4

### BAB II DASAR TEORI

2.1 Definisi Pengelasan.....	5
2.2 Klasifikasi Pengelasan .....	8
2.3 <i>Friction Stir Welding</i> .....	9
2.3.1 Definisi <i>Friction Stir Welding</i> .....	9
2.3.2 Prinsip Kerja <i>Friction Stir Welding</i> .....	11
2.3.3 Pembagian Zona Pada <i>Friction Stir Welding</i> .....	13



2.3.4	Siklus Proses <i>Friction Stir Welding</i> .....	14
2.3.5	Desain <i>Tool/Probe</i> pada <i>Friction Stir Welding</i> .....	15
2.3.6	Parameter <i>Friction Stir Welding</i> .....	18
2.3.7	<i>Welding Force</i> pada <i>Friction Stir Welding</i> .....	19
2.3.8	Kelebihan dan Kekurangan <i>Friction Stir Welding</i> .....	20
2.3.9	Aplikasi <i>Friction Stir Welding</i> .....	21
2.4	Aluminium dan Paduan Aluminium .....	24
2.4.1	Sifat Mekanik Aluminium.....	25
2.4.2	Jenis-jenis Aluminium .....	25
2.5	Sifat-sifat Material.....	28
2.6	Pengujian Material.....	30
2.6.1	Pengujian Tarik .....	30
2.6.2	Pengujian Kekerasan.....	32
2.6.3	Analisis Hasil Sambungan dengan <i>Micoscope</i> .....	35
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>		
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	36
3.2	Material Pengelasan <i>Friction Stir Welding</i> .....	37
3.3	Mesindan Peralatan untuk Proses FSW .....	37
3.4	Perancangan <i>Probe</i> .....	40
3.4.1	Desain <i>Probe</i> .....	40
3.4.2	Penentuan Material <i>Probe</i> .....	42
3.5	Alat Uji Hasil Pengelasan .....	42
3.5.1	<i>Metallographic Microscope</i> .....	42
3.5.2	Mesin Uji Kekerasan <i>Micro Vickers</i> .....	44
3.5.3	Mesin Uji Tarik.....	44
3.6	Proses Pengelasan.....	45
3.6.1	Persiapan Pengelasan.....	45
3.6.2	Proses Pengelasan.....	46



## **BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

4.1 Perbandingan Secara Visual.....	51
4.2 Grafik Temperatur Pengelasan.....	53
4.3 Analisis Hasil Sambungan dengan <i>Micoscope</i> .....	54
4.4 Pengujian Kekerasan dengan metode <i>Vickers</i> .....	56
4.5 Pengujian <i>Pull-out</i> .....	59

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran .....	62

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	64
-----------------------------	----

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Daerah pengelasan .....	5
Gambar 2.2	Tipe-tipe penyambungan.....	6
Gambar 2.3	Macam-macam penyambungan <i>single groove</i> .....	7
Gambar 2.4	Jenis sambungan <i>friction stir welding</i> .....	10
Gambar 2.5	Pengelasan pada <i>friction stir welding</i> .....	11
Gambar 2.6	Proses pengelasan pada <i>friction stir welding</i> .....	12
Gambar 2.7	<i>Heat Zone</i> pada FSW .....	13
Gambar 2.8	<i>Feature</i> dari <i>shoulder</i> yang digunakan pada FSW .....	17
Gambar 2.9	Desain Pin pada <i>Probe Friction Stir Welding</i> .....	17
Gambar 2.10	<i>Welding force</i> yang terjadi pada FSW .....	19
Gambar 2.11	<i>Part</i> pesawat ulang alik Nasa dengan proses FSW.....	22
Gambar 2.12	Jendela pada pesawat .....	22
Gambar 2.13	Proses FSW pada part pesawat terbang.....	22
Gambar 2.14	Proses FSW digunakan pada <i>central tunell</i> Ford GT .....	23
Gambar 2.15	Proses FSW yang digunakan pada <i>Rear Door</i> Mazda RX-8 .....	23
Gambar 2.16	Skema pengujian tarik .....	31
Gambar 2.17	Kurva tegangan regangan teknik ( $\sigma - \epsilon$ ).....	32
Gambar 2.18	Indentasi Vickers.....	34
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	36
Gambar 3.2	Aluminium 6061 .....	37
Gambar 3.3	Mesin <i>milling</i> .....	38
Gambar 3.4	<i>Tool/Probe</i> .....	38
Gambar 3.5	<i>Tachometer</i> .....	39
Gambar 3.6	<i>Data logger</i> .....	39
Gambar 3.7	<i>Jig fixture</i> lengkap dengan <i>ring</i> , mur, baut dan kunci <i>ring</i> .....	40
Gambar 3.8	<i>Probe</i> .....	41



Gambar 3.9	Desain <i>tool/probe</i> .....	42
Gambar 3.10	<i>Metallographic microscope</i> .....	43
Gambar 3.11	Bagian-bagian <i>metallographic microscope</i> .....	44
Gambar 3.12	<i>Microvickers hardness tester</i> .....	44
Gambar 3.13	<i>Tensile strength test machine</i> .....	45
Gambar 3.14	Pemasangan <i>probe</i> pada <i>chuck head</i> mesin <i>milling</i> .....	46
Gambar 3.15	Pemasangan <i>jig fixture</i> pada mesin <i>milling</i> .....	46
Gambar 3.16	Pemasangan benda kerja .....	47
Gambar 3.17	Pemasangan kabel <i>data logger</i> .....	47
Gambar 3.18	Posisi awal <i>probe</i> pada titik pertemuan kedua material .....	48
Gambar 3.19	Penetrasi <i>probe</i> ke material .....	48
Gambar 3.20	Proses pengelasan FSW .....	49
Gambar 3.21	Akhir dari pengelasan, <i>probe</i> di angkat .....	49
Gambar 3.22	Hasil pengelasan FSW tampak depan .....	50
Gambar 3.23	Hasil pengelasan tampak belakang .....	50
Gambar 4.1	Hasil pengelasan FSW dengan <i>feedrate</i> 10 mm/menit .....	51
Gambar 4.2	Hasil pengelasan FSW dengan <i>feedrate</i> 15 mm/menit .....	52
Gambar 4.3	Hasil pengelasan FSW dengan <i>feedrate</i> 30 mm/menit .....	52
Gambar 4.4	Grafik temperatur pengelasan pada <i>feedrate</i> 10 mm/menit .....	53
Gambar 4.5	Grafik temperatur pengelasan pada <i>feedrate</i> 15 mm/menit .....	53
Gambar 4.6	Grafik temperatur pengelasan pada <i>feedrate</i> 30 mm/menit .....	54
Gambar 4.7	Hasil pengelasan <i>Friction Stir Welding</i> .....	55
Gambar 4.8	Uji <i>Micro Hardness</i> .....	56
Gambar 4.9	Grafik Nilai Kekerasan .....	59
Gambar 4.10	Spesimen Uji <i>Pull-out</i> .....	59
Gambar 4.11	Jig Fixture untuk Proses <i>Pull-out</i> .....	60
Gambar 4.12	Proses <i>Pull-out</i> .....	60
Gambar 4.13	Grafik nilai tegangan tarik rata-rata material hasil FSW .....	64



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Material <i>probe</i> FSW dan aplikasinya.....	16
Tabel 2.2 Sifat-sifat fisik aluminium.....	25
Tabel 4.1 Diameter Hasil pengujian kekerasan.....	57
Tabel 4.2 Nilai Kekerasan material hasil las dalam Satuan VHN.....	58
Tabel 4.3 Hasil <i>Pull-out</i> .....	61