

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR/ SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
INTISARI	xvii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang Masalah dan Rumusan Masalah	1
1.2. Batasan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Metode Penelitian.....	4
1.5. Sistematika Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
BAB III LANDASAN TEORI.....	9
3.1. Aluminium	9
3.1.1. Klasifikasi aluminium dan paduan aluminium	9
3.1.2. Sifat umum dari aluminium dan paduan aluminum.....	11
3.1.3. Sifat mampu las aluminium	12
3.1.4. Retak las aluminium	13
3.2. Aluminium Seri 6xxx.....	14
3.2.1. Pengerasan endapan aluminium seri 6xxx.....	15
3.2.2. Aluminium seri 6061-T6	16

3.3. Friction Stir Welding	18
3.3.1. Kasifikasi struktur mikro FSW	18
3.3.2. Aliran panas FSW	19
3.3.3. Kelebihan dan kekurangan FSW	20
3.3.4. Mekanika pengelasan FSW.....	20
3.4. Perlakuan Transient Thermal Tensioning (TTT)	23
3.5. Tegangan Sisa dan Distorsi.....	25
3.5.1. Pengaruh tegangan sisa terhadap patah fatik	27
3.6. Ketahanan fatik	27
3.6.1. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan fatik sambungan Las.....	28
3.7. Laju Perambatan Retak Fatik.....	28
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	33
4.1. Diagram Alir Penelitian	33
4.2. Material Penelitian	34
4.3. Peralatan Penelitian.....	34
4.4. Proses Pengelasan FSW dengan Transient Thermal Tensioning	35
4.5. Prosedur Pengujian	41
4.5.1. Pengamatan Struktur Mikro dan Makro	41
4.5.2. Pengujian Kekerasan	43
4.5.3. Pengujian Tarik.....	44
4.5.4. Pengujian Laju Perambatan Retak Fatik.....	48
BAB V PEMBAHASAN	50
5.1. Komposisi kimia	50
5.2. Siklus Termal.....	50
5.3. Strukur Mikro dan Makro	52
5.4. Pengujian kekerasan.....	59
5.5. Pengujian Tarik.....	60
5.6. Pengujian Laju Perambatan Retak Fatik.....	65

BAB VI PENUTUP	71
6.1. Kesimpulan	71
6.2. Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
BAB LAMPIRAN	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram <i>precipitation hardening</i> (Callister, 2007)	15
Gambar 3.2	Prinsip kerja FSW (Lomolino dkk, 2003)	17
Gambar 3.3	Klasifikasi struktur mikro FSW (TWI, 2000)	17
Gambar 3.4	Konvensi las FSW (Khaled, 2005)	21
Gambar 3.5	Terminologi las FSW (Khaled, 2005)	21
Gambar 3.6	Model kinematika las FSW (Heurtier dkk, 2005)	22
Gambar 3.7	Skema pergerakan pin (Heurtier dkk, 2005)	23
Gambar 3.8	Skema proses <i>Transient Thermal Tensioning</i> (Huang dkk, 2006)	24
Gambar 3.9	Ilustrasi model tegangan sisa (Huang dkk, 2006)	24
Gambar 3.10	Perubahan suhu dan tegangan sisa saat pengelasan (Kou S, 2003)	26
Gambar 3.11	Distribusi tegangan sisa (Kou S, 2003)	27
Gambar 3.12	Kurva laju perambatan retak fatik terhadap faktor intensitas Tegangan (Dieter, 1988)	29
Gambar 3.13	Tahapan kelelahan material (Schijve, 2001)	30
Gambar 3.14	Grafik hubungan panjang retak dan jumlah siklus (Broek, 1987)	31
Gambar 3.15	Grafik pengaruh rasio tegangan pada laju perambatan retak (Fuchs dan Stephen, 1980)	32
Gambar 4.1	Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 4.2	Rangkaian alat pengelasan FSW	35
Gambar 4.3	Ukuran <i>tool</i> FSW	36
Gambar 4.4	<i>Tool</i> FSW	36
Gambar 4.5	Ukuran sambungan T	37
Gambar 4.6	Gambar penjepit sambungan T	37
Gambar 4.7	Pengelasan FSW untuk sambungan T AA6061-T6 tanpa TTT	38
Gambar 4.8	Pengelasan FSW untuk sambungan T AA6061-T6 dengan TTT	38
Gambar 4.9	Pengelasan FSW tanpa diberi perlakuan termal	39
Gambar 4.10	Pengelasan FSW dengan perlakuan TTT di tengah / sejajar <i>tool</i>	39
Gambar 4.11	Pengelasan FSW dengan perlakuan TTT di belakang <i>tool</i>	40
Gambar 4.12	Pengelasan FSW dengan perlakuan TTT di depan <i>tool</i>	40

Gambar 4.13 Efek tegangan termal tarik terhadap tegangan sisa	41
Gambar 4.14 Alat uji struktur mikro dan makro	42
Gambar 4.15 Skema bekas injakan piramida intan	43
Gambar 4.16 Posisi pengujian <i>microhardness vickers</i>	43
Gambar 4.17 <i>Buhler microhardness tester</i>	44
Gambar 4.18 Mesin uji tarik <i>Shimadzu Hydraulic Servopulser</i>	45
Gambar 4.19 Pengujian tarik A	46
Gambar 4.20 Ukuran spesimen pengujian tarik A	46
Gambar 4.21 Pengujian tarik B	47
Gambar 4.22 Ukuran spesimen pengujian tarik B	47
Gambar 4.23 Bentuk spesimen uji fatik sesuai standar ASTM E-647-00	48
Gambar 5.1 Pengukuran suhu dengan <i>thermocouple</i>	52
Gambar 5.2 Siklus termal sambungan T FSW AA6061-T6	52
Gambar 5.3 Putaran dan arah <i>tool</i> sambungan T FSW AA6061-T6	53
Gambar 5.4 Hasil pengelasan sambungan T FSW AA6061-T6	53
Gambar 5.5 Manik sambungan T FSW AA6061-T6	54
Gambar 5.6 Struktur makro sambungan T FSW AA6061-T6	55
Gambar 5.7 Struktur mikro sambungan T FSW AA6061-T6	56
Gambar 5.8 Struktur mikro daerah las (<i>nugget</i>)	57
Gambar 5.9 Grafik kekerasan <i>microhardness vickers</i>	58
Gambar 5.10 Foto makro hasil pengujian tarik A	60
Gambar 5.11 Foto makro hasil pengujian tarik B	61
Gambar 5.12 Tegangan tarik maksimum dan tegangan luluh uji tarik A	61
Gambar 5.13 Tegangan tarik maksimum dan tegangan luluh uji tarik B	62
Gambar 5.14 Hubungan panjang retak dengan jumlah siklus	62
Gambar 5.15 Hubungan antara faktor intensitas tegangan dan laju perambatan retak fatik dalam skala log untuk tanpa <i>heater</i>	63
Gambar 5.16 Trendline hubungan antara faktor intensitas tegangan dan laju perambatan retak fatik dalam skala log untuk tanpa <i>heater</i>	64
Gambar 5.17 Hubungan antara faktor intensitas tegangan dan laju perambatan retak fatik dalam skala log untuk <i>heater</i> di depan <i>tool</i>	64

- Gambar 5.18 Trendline hubungan antara faktor intensitas tegangan dan laju perambatan retak fatik dalam skala log untuk *heater* di depan *tool* 65
- Gambar 5.19 Hubungan antara faktor intensitas tegangan dan laju perambatan retak fatik dalam skala log untuk *heater* di belakang *tool* 65
- Gambar 5.20 Trendline hubungan antara faktor intensitas tegangan dan laju perambatan retak fatik dalam skala log untuk *heater* di belakang 66
- Gambar 5.21 Hubungan antara faktor intensitas tegangan dan laju perambatan retak fatik dalam skala log 66
- Gambar 5.22 Trendline hubungan antara faktor intensitas tegangan dan laju perambatan retak fatik dalam skala log 67

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perbandingan komposisi kimia (dalam % wt) aluminium 6061 dengan hasil pengujian <i>spectrometer</i>	34
Tabel 5.1 Komposisi kimia (dalam % wt)	50
Tabel 5.2 Umur fatik las	66
Tabel 5.3 Konstanta paris (C dan n)	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar data aluminum 6061-T6	75
Lampiran 2 Data hasil pengujian spektrometri AA 6061 – T6	81
Lampiran 3 Data hasil pengujian siklus termal	82
Lampiran 4 Data hasil pengujian kekerasan <i>microhardness vickers</i>	100
Lampiran 5 Data hasil pengujian tarik	106
Lampiran 6 Grafik pengujian tarik	110
Lampiran 7 Data hasil pengujian laju perambatan retak fatik	115