

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penulisan	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1 Aluminium dan Paduannya	8
3.2 Klasifikasi Aluminium dan Paduannya	8
3.2.1 Aluminium Paduan Tempa	9
3.2.2 Aluminium Paduan Cor	9
3.2.3 Aluminium Paduan Dapat Diperlaku-panaskan (<i>Heat-Treatable</i>)	10
3.2.4 Aluminium Paduan Tidak Dapat Diperlaku-panaskan (<i>Nonheat-Treatable</i>)	11
3.3 Aluminium seri 5083-H116	12
3.4 Aluminium seri 6061-T6	13

3.5 FSW (<i>Friction Stir Welding</i>)	15
3.5.1 Prinsip Pengelasan FSW	16
3.5.2 Parameter Pengelasan FSW	18
3.5.2.1 Geometri <i>Tool</i>	18
3.5.1.2 Putaran <i>Tool</i> , <i>Traverse Speed</i> dan Kemiringan <i>Tool</i>	18
3.5.3 Tipe Penyambungan	20
3.5.4 Proses Pengelasan	20
3.6 Metalurgi Las FSW	22
3.7 Sifat Mekanis	25
3.7.1 Kekerasan Mikro	25
3.7.2 Sifat Tarik	26
3.8 Distorsi Lasan	27
3.9 Korosi Pada Aluminium	29
3.10 Laju Korosi	30
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	33
4.1 Tempat Penelitian	33
4.2 Alat dan Bahan Penelitian	33
4.3 Material Penelitian	33
4.4 Diagram Alir Penelitian	34
4.5 Proses Pengelasan	35
4.5.1 Proses Sebelum Pengelasan	35
4.5.2 Proses Pengelasan FSW	36
4.6 Pembuatan Spesimen	39
4.6.1 Pembuatan Spesimen Struktur Makro, Mikro dan Kekerasan	39
4.6.2 Pembuatan Spesimen Pengujian Tarik	41
4.6.3 Pembuatan Spesimen Uji Korosi	41
4.7 Pengujian Hasil FSW	42
4.7.1 Pengukuran Distorsi	42
4.7.2 Analisa Struktur Mikro	43
4.7.3 Pengujian Kekerasan	43
4.7.4 Pengujian Tarik	45

4.7.5 Pengujian Laju Korosi	47
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	48
5.1 Siklus Termal Las	48
5.2 Distorsi Lasan	50
5.3 Struktur Makro dan Mikro	53
5.4 Kekerasan Mikro	56
5.5 Kekuatan Tarik	58
5.6 Laju Korosi	60
BAB VI PENUTUP	62
6.1 Kesimpulan	62
6.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram fasa biner paduan Al-Mg	12
Gambar 3.2	Diagram fasa biner Al-Mg-Si	14
Gambar 3.3	Skema pengelasan FSW	17
Gambar 3.4	Bentuk-bentuk <i>pin</i> FSW	18
Gambar 3.5	Hubungan putaran <i>tool</i> dengan temperatur	19
Gambar 3.6	Skema pengelasan FSW	19
Gambar 3.7	Desain penyambungan pada pengelasan FSW	20
Gambar 3.8	Tahapan pengelasan FSW	21
Gambar 3.9	Struktur makro daerah las FSW	22
Gambar 3.10	Struktur mikro dari logam induk (BM)	23
Gambar 3.11	Struktur mikro dari HAZ	23
Gambar 3.12	Struktur mikro dari TMAZ	24
Gambar 3.13	Struktur mikro dari NZ	24
Gambar 3.14	Grafik distribusi kekerasan mikro las FSW AA 5083-H131	25
Gambar 3.15	Kurva kekerasan mikro sambungan FSW AA 6061-T6	26
Gambar 3.16	Kekuatan tarik antara las FSW AA 5083-H112 dibandingkan dengan hasil las MIG dan logam induk	27
Gambar 3.17	Jenis distorsi pada pengelasan	28
Gambar 3.18	Ilustrasi plot tafel pada kurva polarisasi	31
Gambar 4.1	Diagram alir penelitian	34
Gambar 4.2	Dimensi <i>tool</i> FSW	35
Gambar 4.3	<i>Tool</i> yang digunakan dalam proses FSW	36
Gambar 4.4	Skema susunan meja pengelasan FSW	37
Gambar 4.5	Spesimen struktur makro, mikro dan kekerasan	39
Gambar 4.6	Dimensi spesimen uji tarik ASTM E8	41
Gambar 4.7	Spesimen uji korosi	41
Gambar 4.8	Pengukuran distorsi pada hasil las	42
Gambar 4.9	Mikroskop optik dengan optilab view	43

Gambar 4.10 Microhardness Vickers Tester	44
Gambar 4.11 Skema pembebanan vickers	44
Gambar 4.12 Letak pijakan indenter pada spesimen	45
Gambar 4.13 Ilustrasi grafik tegangan regangan	46
Gambar 4.14 Skema sel tiga elektroda uji korosi	47
Gambar 5.1 Siklus termal sambungan FSW putaran <i>tool</i> 910 rpm	48
Gambar 5.2 Siklus termal sambungan FSW putaran <i>tool</i> 1500 rpm	49
Gambar 5.3 Siklus termal sambungan FSW putaran <i>tool</i> 2280 rpm	49
Gambar 5.4 Perbandingan distorsi searah sumbu pengelasan sisi <i>advancing</i>	51
Gambar 5.5 Perbandingan distorsi searah sumbu pengelasan sisi <i>retreating</i>	51
Gambar 5.6 Distorsi sambungan FSW putaran <i>tool</i> 910 rpm	52
Gambar 5.7 Distorsi sambungan FSW putaran <i>tool</i> 1500 rpm	52
Gambar 5.8 Distorsi sambungan FSW putaran <i>tool</i> 2280 rpm	52
Gambar 5.9 Struktur makro sambungan FSW	53
Gambar 5.10 Struktur mikro logam induk	54
Gambar 5.10 Struktur mikro daerah NZ sambungan FSW	54
Gambar 5.10 Struktur mikro sambungan FSW putaran <i>tool</i> 2280 rpm	55
Gambar 5.11 Distribusi kekerasan Vickers pada sambungan FSW	57
Gambar 5.12 Kekuatan tarik maksimal dan kekuatan luluh	58
Gambar 5.13 Lokasi patahan spesimen uji tarik	59
Gambar 5.14 Kurva polarisasi uji korosi	60
Gambar 5.15 Hasil pengujian korosi	61

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Penomoran dan unsur aluminium paduan tempa	9
Tabel 3.2 Penomoran dan unsur aluminium paduan cor	10
Tabel 3.3 Penandaan perlakuan lanjut untuk aluminium paduan	11
Tabel 3.4 Paduan AA 5083-H116	13
Tabel 3.5 Sifat mekanis AA 5083-H116	13
Tabel 3.6 Paduan AA 6061-T6	15
Tabel 3.7 Sifat mekanis AA 5083-H116	15
Tabel 3.8 Hasil tarik sambungan FSW AA 6061-T6	27
Tabel 5.1 Temperatur maksimum pada variasi putaran <i>tool</i>	50
Tabel 5.2 Nilai Potensial dan nilai rapat arus uji korosi	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pengelasan FSW	66
Lampiran 2. Hasil Pengelasan FSW	67
Lampiran 3. Siklus Termal Las 910 rpm	68
Lampiran 4. Siklus Termal Las 1500 rpm	81
Lampiran 5. Siklus Termal Las 2280 rpm	94
Lampiran 6. Data Hasil Pengukuran Distorsi 910 rpm	107
Lampiran 7. Data Hasil Pengukuran Distorsi 1500 rpm	107
Lampiran 8. Data Hasil Pengukuran Distorsi 2280 rpm	107
Lampiran 9. Hasil Uji Kekerasan 910 rpm	108
Lampiran 10. Hasil Uji Kekerasan 1500 rpm	110
Lampiran 11. Hasil Uji Kekerasan 2280 rpm	112
Lampiran 12. Spesimen Uji Tarik Sebelum Patah	114
Lampiran 13. Spesimen Uji Tarik Setelah Patah	115
Lampiran 14. Proses Pengujian Tarik	116
Lampiran 15. Grafik Uji Tarik	117
Lampiran 16. Hasil Pengujian Tarik	119
Lampiran 17. Spesimen uji Korosi dan Proses uji Korosi	120
Lampiran 18. <i>Tafel Fit</i> Uji Korosi	121
Lampiran 19. Data Uji Korosi Polarisasi <i>Potentiodynamic</i>	127

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ASM	= <i>American Society for Metals</i>
ASTM	= <i>American Society for Testing and Materials</i>
VHN	= <i>Vickers Hardness Number</i>
BM	= <i>Base Material</i>
HAZ	= <i>Heat Affected Zone</i>
TMAZ	= <i>Thermo-mechanical Affected Zone</i>
NZ	= <i>Nugget Zone</i>
FSW	= <i>Friction Stir Welding</i>
TWI	= <i>The Welding Institute</i>
AA	= Aluminium Alloy
σ	= Kekuatan maksimal/ luluh (MPa)
$\Delta\sigma$	= Beda tegangan
P	= Beban terpasang (N)
F	= Beban terpasang (kg)
Ao	= Luas penampang melintang spesimen (mm^2)
d1	= Diameter pijakan 1 (mm)
d2	= Diameter pijakan 2 (mm)
D	= Diameter rata-rata
Al	= Aluminium
Mg	= Magnesium
Si	= Silikon
Mn	= Mangan
Cu	= <i>Copper</i> (tembaga)
Zn	= Seng
Ni	= Nikel
HCl	= Asam klorida
HF	= Hidrogen flourida
HNO ₃	= Asam nitrat