

## DAFTAR ISI

### A. Bagian Awal

1. Halaman sampul depan	i
2. Halaman Judul	i
3. Halaman setelah halaman judul	ii
4. Halaman persetujuan	iii
5. Pernyataan Promovendus	iv
6. Prakata	vi
7. Daftar Isi	vii
8. Daftar Tabel	xiii
9. Daftar Gambar	xv
10. Daftar Lampiran	xxvii
11. Daftar Arti Lambang dan Singkatan	xxviii
12. Intisari	xxx
13. <i>Abstract</i>	xxxii

### B. Bagian Utama

1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan dan Batasan Masalah	6
1.3. Keaslian Penelitian	6
1.4. Tujuan Penelitian	7
1.5. Manfaat Penelitian	7
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Tinjauan Pustaka	8
2.2. Landasan Teori	12
2.2.1. <i>Tungsten Inert Gas (TIG)</i> dan <i>Metal Inert Gas (MIG)</i>	12
2.2.2. Metode Pengelasan	14



2.2.3. Kecepatan Las dan Masukan Panas	15
2.2.4. Persamaan Hall-Petch	20
2.2.5. Sifat <i>Weldability</i>	20
2.2.6. Distorsi pada Las	22
2.2.7. Fatik pada Las	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	<b>28</b>
3.1. Bahan Penelitian	28
3.2. Alat Penelitian	29
3.3. Proses Pengelasan	30
3.3.1. Proses Pengelasan Tahap 1	31
3.3.2. Proses Pengelasan Tahap 2	33
3.3.3. Proses Pengelasan Tahap 3	37
3.4. Alur Penelitian	40
3.5. Proses Pengujian dan Perhitungan	44
3.5.1. Pengukuran Distorsi	44
3.5.2. Pengujian Kekerasan dan Struktur makro-mikro	45
3.5.3. Pengujian Tarik	46
3.5.4. Pengujian Bending	48
3.5.5. Pengujian Impak	49
3.5.6. Pengujian Fatik	49
3.6. Analisis Data	51
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	<b>52</b>
4.1. Hasil Las MIG 1-layer untuk Bahan AA5083-H116 dengan Elektroda ER5356	52
4.1.1. Uji <i>Non-Destructive Test</i> (NDT) menggunakan Radiografi	52
4.1.2. Siklus Termal	54
4.1.3. Pengukuran Distorsi (arah x,y,z)	55
4.1.4. Hasil Pemeriksaan Strukturmikro	57
4.1.5. Hasil Uji Kekerasan Vickers	61
4.1.6. Hasil Uji Tarik	62



4.1.7. Hasil Uji Bending	63
4.2. Hasil Las MIG 1-layer (S-MIG), MIG 2-layer Tandem, dan MIG 2-layer <i>Multi-run</i> Bahan AA5083-H116 dengan Elektroda ER5356	67
4.2.1. Hasil Las MIG Tunggal (S-MIG) Bahan AA5083-H116 dengan Elektroda ER5363	67
4.2.1.1. Hasil siklus termal	67
4.2.1.2. Distorsi	69
4.2.1.3. Struktur makro-mikro	71
4.2.1.3.1. Struktur makro	71
4.2.1.3.2. Struktur mikro	74
4.2.1.4. SEM ( <i>Scanning Electron Microscope</i> ) dan EDS ( <i>Energy Dispersive X-ray Spectrometer</i> )	74
4.2.1.5. Nilai Kekerasan Vickers ( <i>Vickers Hardness Number</i> )	75
4.2.1.6. Kekuatan tarik	77
4.2.1.7. Kekuatan bending	79
4.2.2. Hasil Las MIG 2-layer Tandem Bahan AA5083-H116 dengan elektroda ER5356	80
4.2.2.1. Siklus termal	80
4.2.2.2. <i>Displacement</i> bending selama pengelasan	83
4.2.2.3. Distorsi	84
4.2.2.4. Struktur makro dan struktur mikro	86
4.2.2.5. <i>Vickers Hardness Number</i> (VHN <sub>0.1</sub> )	91
4.2.2.6. Pengujian tarik	91
4.2.2.7. Pengujian bending	93
4.2.3. Hasil Las MIG 2-layer <i>multi run</i> dibandingkan dengan S-MIG Bahan AA5083-H116 dengan Elektroda ER5356	95
4.2.3.1. Siklus termal	95
4.2.3.2. <i>Displacement</i> bending selama pengelasan	97
4.2.3.3. Struktur makro	98



4.2.3.4. Nilai kekerasan Vickers (VHN <sub>0.1</sub> )	99
4.2.3.5. Kekuatan tarik	99
4.2.3.6. Fraktografi uji tarik	101
4.2.3.6.1. Fraktografi makro uji tarik	101
4.2.3.5.2. Fraktografi mikro uji tarik	101
4.2.3.7. Kekuatan bending	102
4.3. Hasil Las MIG 2-layer Bahan AA5052 dengan Elektroda ER5356	105
4.3.1. Hasil Las MIG 2-layer <i>multi run</i> Bahan AA5052 dengan Elektroda ER5356	105
4.3.1.1. Siklus termal	105
4.3.1.2. Distorsi	107
4.3.1.3. Radiografi dan jumlah mikro porositas	109
4.3.1.4. Struktur makro-mikro	112
4.3.1.4.1. Struktur makro	112
4.3.1.4.2. Struktur mikro	114
4.3.1.5. Kekerasan mikro Vickers	118
4.3.1.6. Kekuatan tarik	119
4.3.1.7. Ketangguhan impak Charpy	121
4.3.1.8. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) dan <i>Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i> (EDS)	123
4.3.1.9. Perambatan retak fatik	125
4.3.2. Hasil Las MIG 2-layer Tandem Bahan AA5052 dengan Elektroda ER5356	129
4.3.2.1. Siklus termal	129
4.3.2.2. Distorsi	131
4.3.2.3. Radiografi dan jumlah mikro porositas	134
4.3.2.4. Struktur makro	137
4.3.2.5. Struktur mikro	139
4.3.2.6. Kekerasan mikro Vickers	144



4.3.2.7. Kekuatan tarik	145
4.3.2.8. Ketangguhan impak Charpy	147
4.3.2.9. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) dan <i>Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i> (EDS)	149
4.3.3. Hasil Las MIG 2-layer Konvensional Bahan AA5052 dengan Elektroda ER5356	152
4.3.3.1. Siklus termal	152
4.3.3.2. Distorsi	154
4.3.3.3. Struktur makro dan radiografi-jumlah mikro porositas	156
4.3.3.3.1. Struktur makro	156
4.3.3.3.2. Radiografi dan jumlah mikro porositas	158
4.3.3.4. Struktur mikro	160
4.3.3.5. Kekerasan mikro Vickers	165
4.3.3.6. Kekuatan tarik	166
4.3.3.7. Ketangguhan impak Charpy	168
4.3.3.8. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) dan <i>Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i> (EDS)	170
4.3.4. Las MIG 2-layer <i>comprehensive multi-run</i> dan konvensional pada kecepatan las 7 mm/s, dan tandem pada jarak elektroda 27 mm dan kecepatan las 7 mm/s bahan AA5052 dengan elektroda ER5356	176
4.3.4.1. Siklus termal	176
4.3.4.2. Distorsi	179
4.3.4.3. Struktur makro, radiografi, dan makro-mikro porositas	180
4.3.4.4. Struktur mikro	182
4.3.4.5. Kekerasan mikro Vickers	183
4.3.4.6. Kekuatan tarik	185
4.3.4.7. Ketangguhan impak Charpy	187
4.3.4.8 SEM dan EDS	190



4.3.4.9. Laju perambatan retak fatik	193
4.3.5. Hasil Las MIG Dua Sisi dengan Kampuh-X Bahan AA5052 dengan Elektroda ER5356	197
4.3.5.1. Siklus termal	197
4.3.5.2. Distorsi 2D las MIG dua sisi kampuh-X (2G)	199
4.3.5.3. Struktur makro	200
4.3.5.4. Struktur mikro	201
4.3.5.6. Kekerasan mikro Vickers	205
4.3.5.6. Kekuatan tarik	206
4.4. Komparasi berbagai Metode Pengelasan MIG	208
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	216
5.1. Kesimpulan	216
5.2. Saran	217
<b>C. Bagian Akhir</b>	
1. DAFTAR PUSTAKA	218
2. LAMPIRAN	224