

**STUDI PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN *FILLER*
METAL TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT
MEKANIK PADA PROSES PENGELASAN GTAW
ALUMINIUM SERI 1100**

TUGAS AKHIR

SALMAN SYAFAR RAMZY

123.13.006



PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL

FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN

INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG

KOTA DELTAMAS

AGUSTUS 2017

**STUDI PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN *FILLER*
METAL TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT
MEKANIK PADA PROSES PENGELASAN GTAW
ALUMINIUM SERI 1100**

TUGAS AKHIR

SALMAN SYAFAR RAMZY

123.13.006

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Metalurgi Dan Material Institut Teknologi Dan Sains Bandung



PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL

FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN

INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG

KOTA DELTAMAS

AGUSTUS 2017

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Salman Syafar Ramzy

NIM : 123.13.006

Tanda Tangan :

Tanggal : 16 Agustus 2017

**STUDI PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN *FILLER*
METAL TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT
MEKANIK PADA PROSES PENGELASAN GTAW
ALUMINIUM SERI 1100**

**TUGAS AKHIR
SALMAN SYAFAR RAMZY
123.13.006**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Metalurgi Dan Material Institut Teknologi Dan Sains Bandung

Menyetujui,
Kota Deltamas, 16 Agustus 2017

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Dr. Eng. Asep Ridwan Setiawan
NIP. 198003242009121004**

**Dr. Andri Hardiansyah, S.T., M.T
NIP. 19881113201510447**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Metalurgi dan Material

**Dr. Eng Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T
NIP. 197412042008011011**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamiin, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena petunjuk, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir tepat pada waktunya. Penulisan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana dalam Program Studi Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik dan Desain, Institut Teknologi dan Sains Bandung.

Selama proses penulisan tugas akhir ini, penulis menyadari banyak bantuan dan dukungan yang berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya, Ir. Nasfiefaldy dan Ir. Junaida serta keluarga penulis yang telah banyak memberikan dukungan secara moril maupun materil serta selalu mendoakan penulis selama pengerjaan penulisan tugas akhir.
2. Dr. Eng. Akhmad A. Korda, S.T., M.T sebagai ketua Program Studi Sarjana Teknik Metalurgi dan Material ITSB yang telah banyak memberikan ilmu dan bimbingan selama masa perkuliahan kepada penulis.
3. Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc sebagai koordinator Tugas Akhir Program Studi Sarjana Teknik Metalurgi dan Material ITSB yang telah memberikan ilmu dan membimbing dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
4. Dr. Eng. Asep Ridwan Setiawan, S.T., M.Sc sebagai dosen pembimbing pertama yang telah mengarahkan dan memberikan banyak ilmu mengenai topik pengelasan dan ilmu materialnya kepada penulis.
5. Dr. Andri Hardiansyah, S.T., M.T sebagai dosen pembimbing kedua yang telah banyak menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam mengarahkan dan memberikan masukan serta saran kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan tugas akhir ini.
6. Prof. Dr. Ir. Rochim Suratman sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan serta motivasi yang sangat bermanfaat kepada penulis.

7. Yesi Aristanti, S.T., M.T sebagai sekretaris Program Studi Teknik Metalurgi dan Material ITSB yang telah banyak membantu dalam keperluan surat-menyurat kepada penulis.
8. Bapak Irfan, Bapak Nana, dan Bapak Dadan selaku Pengurus Bagian Pemesinan dan Pengelasan di Balai Besar Logam dan Mesin (BBLM) Bandung yang telah membantu memfasilitasi keperluan penulis dalam hal pengelasan.
9. Bapak Lala, Bapak Jai, dan Mas Jun selaku Teknisi di Lab. Metalurgi dan Teknik Material ITB yang telah membantu mempersiapkan spesimen dan keperluan penulis lainnya.
10. Seluruh dosen pengajar Program Studi Teknik Metalurgi dan Material ITSB yang telah memberikan banyak sekali pembinaan ilmu kepada penulis.
11. Teman-teman seperjuangan Teknik Metalurgi dan Material ITSB 2013 yang telah menemani dan memberikan cerita serta diskusi yang terkadang tidak penting namun menyenangkan kepada penulis selama 4 tahun.
12. Bella Nastiti yang selalu memberikan semangat kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
13. Teman-teman himpunan (HIMATAMA ITSB) yang telah membentuk kepribadian penulis hingga seperti ini. Bersatu, Jaya, Kita.
14. Teman-teman UKM GAMMUS, KOBASTRA, MAPALA, dan FUTSAL ITSB yang telah banyak memberikan pengalaman organisasi dan cerita menarik yang takkan pernah penulis lupakan.

Akhir kata semoga Allah SWT berkenan memberikan rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah membantu. Besar harapan penulis agar hasil penelitian tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Kota Deltamas, 16 Agustus 2017

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Salman Syafar Ramzy
NIM : 123.13.006
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Fakultas : Teknik dan Desain
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Rights*) atas karya ilmiah berjudul:

**Studi Pengaruh Variasi Kuat Arus Dan *Filler Metal* Terhadap
Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Pada Proses Pengelasan
GTAW Aluminium Seri 1100**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kota Deltamas
Pada Tanggal : 16 Agustus 2017
Yang menyatakan,

Salman Syafar Ramzy

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Metodologi Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Aluminium	6
2.1.1 Karakteristik Aluminium.....	6
2.1.2 Klasifikasi Aluminium dan Paduannya.....	8
2.1.3 Diagram Fasa Al-Fe	9
2.1.4 Struktur Mikro Paduan Aluminium 1100.....	10
2.1.5 Penguatan Aluminium Seri 1100.....	11
2.1.6 Tanda Temper Paduan Aluminium	14

2.2	Pengelasan Aluminium	15
2.2.1	Las Busur Tungsten Gas Mulia	16
2.2.2	Parameter Pengelasan GTAW	18
2.2.3	Metalurgi Pengelasan	22
2.2.4	Masukan Panas (<i>Heat Input</i>)	23
2.2.5	Pemilihan Logam Pengisi	24
2.2.6	Tipe Cacat Las	26
2.3	Pengujian	27
2.3.1	Pengujian Tarik	27
2.3.2	Pengujian Bending	28
3.3.3	Pengujian Kekerasan	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		31
3.1	Diagram Alir Penelitian	31
3.2	Alat dan Bahan	32
3.2.1	Alat	32
3.2.2	Bahan.....	32
3.3	Prosedur Penelitian.....	32
3.3.1	Studi Awal Material	32
3.3.2	Prosedur Pengelasan.....	33
3.3.3	Prosedur Metalografi	34
3.3.4	Prosedur Mikroskop Optik	36
3.3.5	Prosedur Pengujian Tarik	36
3.3.6	Prosedur Pengujian Bending	37
3.3.7	Prosedur Pengujian Kekerasan <i>Micro Vickers</i>	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		40
4.1	Hasil Uji Komposisi Kimia Aluminium 1xxx.....	40

4.2	Pengamatan Visual Hasil Lasan	40
4.3	Struktur Makro dan Morfologi Hasil Lasan	43
4.4	Pengaruh Kuat Arus dan <i>Filler Metal</i> Terhadap Struktur Mikro	46
4.5	Pengaruh Kuat Arus dan <i>Filler Metal</i> Terhadap Kekuatan Tarik	54
4.6	Pengaruh Kuat Arus dan <i>Filler Metal</i> Terhadap Kekuatan Bending	57
4.7	Pengaruh Kuat Arus dan <i>Filler Metal</i> Terhadap Distribusi Kekerasan	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		64
5.1	Kesimpulan.....	64
5.2	Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA		65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	4
Gambar 2.1 Kelarutan gas hidrogen dalam aluminium murni.....	7
Gambar 2.2 Struktur kristal FCC	8
Gambar 2.3 Diagram Fasa Biner Al-Fe	10
Gambar 2.4 Struktur Mikro Aluminium AA1100 Hasil Pengerjaan Mekanik (0,5% HF, Perbesaran 500x)	11
Gambar 2.5 Skema Penguatan Larutan Padat	12
Gambar 2.6 Ilustrasi pengaruh cold working terhadap kekuatan, kekerasan dan keuletan	13
Gambar 2.7 Sistem Pengelasan GTAW	17
Gambar 2.8 Prinsip Pengelasan GTAW	18
Gambar 2.9 Daerah Lasan.....	23
Gambar 2.10 Kurva Tegangan-Regangan Teknis.....	27
Gambar 2.11 Jenis Pengujian Transversal Bending.....	29
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 3.2 Desain lasan.....	33
Gambar 3.3 Spesimen Uji Tarik.....	36
Gambar 3.4 Spesimen Uji Bending.....	37
Gambar 3.5 Penentuan diameter mandrel	37
Gambar 3.6 Titik indentasi uji kekerasan	38
Gambar 4.1 Hasil lasan spesimen 1 menggunakan arus 187 A - ER5356.....	41
Gambar 4.2 Hasil lasan spesimen 2 menggunakan arus 177 A - ER5356.....	41
Gambar 4.3 Hasil lasan spesimen 3 menggunakan arus 183 A - ER4043.....	42
Gambar 4.4 Hasil lasan spesimen 4 menggunakan arus 193 A - ER4043.....	42
Gambar 4.5 Foto makro hasil lasan spesimen 1 (187 A - ER5356).....	43
Gambar 4.6 Foto makro hasil lasan spesimen 2 (177 A - ER5356).....	43
Gambar 4.7 Foto makro hasil lasan spesimen 3 (183 A - ER4043).....	45
Gambar 4.8 Foto makro hasil lasan spesimen 4 (193 A - ER4043).....	45
Gambar 4.9 Struktur mikro <i>base metal</i>	47
Gambar 4.10 Struktur mikro <i>fusion line</i> spesimen 1 (187 A - ER5356).....	48

Gambar 4.11 Struktur mikro <i>fusion line</i> spesimen 2 (177 A - ER5356).....	48
Gambar 4.12 Struktur mikro <i>fusion line</i> spesimen 3 (183 A - ER4043).....	49
Gambar 4.13 Struktur mikro <i>fusion line</i> spesimen 4 (193 A - ER4043).....	49
Gambar 4.14 Struktur mikro <i>weld metal</i> spesimen 1 (187 A - ER5356).....	51
Gambar 4.15 Struktur mikro <i>weld metal</i> spesimen 2 (177 A - ER5356).....	51
Gambar 4.16 Struktur mikro <i>weld metal</i> spesimen 3 (183 A - ER4043).....	52
Gambar 4.17 Struktur mikro <i>weld metal</i> spesimen 4 (193 A - ER4043).....	52
Gambar 4.18 Diagram Fasa Al-Mg.....	53
Gambar 4.19 Diagram Fasa Al-Si.....	53
Gambar 4.20 Perbandingan nilai kekuatan tarik maksimum (UTS) hasil pengelasan aluminium 1100 menggunakan variasi kuat arus dan <i>filler metal</i>	55
Gambar 4.21 Grafik beban vs elongasi	55
Gambar 4.22 Hasil uji tarik spesimen lasan aluminium seri 1100.....	56
Gambar 4.23 Bentuk Spesimen Lasan Hasil Uji Bending	57
Gambar 4.24 Bentuk Permukaan Lasan Hasil Uji Bending (A) 187 A-ER5356, (B) 177 A-ER5356, (C) 183 A-ER4043, (D) 193 A-ER4043.....	58
Gambar 4.25 Perbandingan nilai kekuatan bending hasil pengelasan aluminium menggunakan variasi kuat arus dan <i>filler metal</i>	59
Gambar 4.26 Distribusi kekerasan pada spesimen lasan 1 (187 A – ER5356).....	60
Gambar 4.27 Distribusi kekerasan pada spesimen lasan 2 (177 A – ER5356).....	61
Gambar 4.28 Distribusi kekerasan pada spesimen lasan 3 (183 A – ER4043).....	61
Gambar 4.29 Distribusi kekerasan pada spesimen lasan 4 (193 A – ER4043).....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Aluminium dan Paduannya.....	9
Tabel 2.2 Logam dan jenis arus yang sesuai untuk pengelasan GTAW	22
Tabel 2.3 Kesesuaian logam pengisi dan logam induk	25
Tabel 3.1 Komposisi kimia logam pengisi.....	33
Tabel 3.2 Parameter Pengelasan	34
Tabel 4.1 Perbandingan komposisi kimia hasil OES Aluminium 1xxx dan literatur ASTM B209	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian <i>Optical Emission Spectroscopy</i> (OES)	66
Lampiran 2. <i>Welding Procedure Specification</i> (WPS)	67
Lampiran 3. Tabel Hasil perhitungan masukan panas (<i>heat input</i>)	68
Lampiran 4. Tabel Hasil perhitungan pengujian tarik spesimen AA1100 sebelum dilas	69
Lampiran 5. Tabel Hasil perhitungan pengujian tarik spesimen 1 (187 A – ER5356)	70
Lampiran 6. Tabel Hasil perhitungan pengujian tarik spesimen 2 (177 A – ER5356)	71
Lampiran 7. Tabel Hasil perhitungan pengujian tarik spesimen 3 (183 A – ER4043)	74
Lampiran 8. Tabel Hasil perhitungan pengujian tarik spesimen 4 (193 A – ER4043)	76
Lampiran 9. Tabel Hasil Perhitungan Kekuatan Bending	78
Lampiran 10. Tabel Hasil Nilai Distribusi Kekerasan	78
Lampiran 11. Tabel Nilai Kekerasan <i>Micro Vickers</i> ZWICK	79
Lampiran 12. Peralatan Penelitian	80