

SKRIPSI

**KARAKTERISASI SIFAT FISIS PENGELASAN *METAL INERT GAS (MIG)*
DOUBLE SIDE SAMBUNGAN T PADA ALUMINIUM ALLOY 5052**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



UMY

UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA

Unggul & Islami

Disusun Oleh :

Ahmad Yusuf

20160130044

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2020

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Yusuf

NIM : 20160130044

Program Studi : Teknik Mesin

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir saya yang berjudul “Karakterisasi sifat fisis pengelasan *metal inert gas (MIG) double side* sambungan T pada Aluminium Alloy 5052” merupakan hasil kerja keras saya yang dibimbing oleh Rela Adi Himarosa, S.T., M.Eng dan Ir. H. Mudjijana.,M.Eng. Tugas akhir ini adalah karya saya dan dalam sepengetahuan saya karya ini belum pernah diajukan untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar sarjana strata-1 di perguruan tinggi yang bersangkutan maupun perguruan tinggi lain yang dipublikasikan. Dalam penulisan juga tidak ada karya orang lain kecuali yang secara tertulis dicantumkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 19 Oktober 2019



MOTTO



“Tanamkan kebaikan sebanyak mungkin kelak kamu akan memetikinya”

“Belajarlah dari kesalahan dan petiklah ilmu sebanyak mungkin dari kesalahan
tersebut “

“Bukan Kesulitan Yang Membuat Takut, Tetapi Ketakutan Itu Yang Membuat Sulit”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Allhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan tugas akhir ini dengan lancar. Hasil karya ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta dan adik adik saya

Bapak Edi Suhendi dan Mamah Sri Hati

Terimakasih banyak atas kasih sayang dan pengorbanan yang bapak mamah berikan sampai saat ini. Berkat mamah dan bapak Ahmad Yusuf bisa menjadi seperti ini.

Doakan selalu anakMu mah pak.

KATA PENGANTAR

Assalamu,alaikum Wr.Wb

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga laporan Tugas Akhir dengan judul **“Karakterisasi Sifat Fisis Pengelasan MIG *Double side* Sambungan T Pada Aluminium Alloy 5052”** dapat selesai pada waktunya. Tugas akhir ini digunakan sebagai syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Strata 1 Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dalam skripsi ini dibahas tentang karakterisasi sifat fisis setelah dilakukan proses pengelasan pada logam aluminium.

Pengelasan merupakan salah satu teknik penyambungan yang sering digunakan pada proses manufaktur baik yang sederhana maupun yang memiliki tingkat kesulitan tinggi. Proses pengelasan yang terlihat sederhana ternyata terdapat beberapa kesulitan untuk mendapatkan hasil pengelasan yang baik. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang pengelasan khususnya pengelasan pada aluminium.

Penelitian ini menggunakan pengelasan *Metal Inert Gas* dan material yang digunakan aluminium paduan 5052. Pengelasan dilakukan dengan metode *double side* dengan variasi jarak antar elektroda 18 mm, 27 mm, 36 mm dan variasi *groove square* dan *double bevel groove*. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian *radiography*, pengujian makro dan mikro *porosity*, serta mikrostruktur.

Dalam proses penelitian dan penulisan skripsi ini penulis menemui banyak sekali kendala, namun berkat bantuan, dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak akhirnya skripsi dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan baik moril maupun materil sehingga menjadi motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.

2. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M. Eng., Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi, Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Ir.H. Mudjijana, M.Eng dan Bapak Reli Adi Himarosa, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing penelitian ini yang telah banyak memberikan bantuan dari segi materil maupun pemikiran, pengarahan, penjelasan, dan bimbingan selama penelitian dan penulisan skripsi hingga selesai.
4. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Teman satu perjuangan dalam penelitian ini Dika Hidayat dan Andhika Nur Asyhari.
6. Teman teman seperjuangan dan tempat berbagi keluh kesah Wildan Abdul Rahman, Faiz Prakasa, Riky Ardian, Ujang Hidayat, David Wahyudi, Risma Uji, dan Hamid Zuhri.
7. Kepada mas Rizky, Rohmad, Eki, Apip, dan Alvian yang telah membantu dalam proses penelitian ini.
8. Kepada teman teman satu perjuangan KHAD TEAM.
9. Pak Jati, Pak Yahdi, Pak Sakuri, selaku rekan proyek penelitian tugas akhir yang telah banyak membantu dalam proses penelitian ini.
10. Kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan yang tidak disebutkan satu persatu.

Dengan selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat khususnya bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb

Yogyakarta, 19 Oktober 2020

Ahmad Yusuf

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xvii
INTISARI	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	11
2.2.1 Aluminium	11
2.2.2 Aluminium Paduan	13
2.2.3 Aluminium Paduan 5052	16
2.2.4 Diagram Fasa Aluminium Paduan Al-Mg	17
2.2.5 Sifat Mampu Las Aluminium	18
2.2.6 Pengelasan.....	19
2.2.7 Klasifikasi Pengelasan	20

2.2.8	Pengelasan pada Aluminium Paduan	20
2.2.9	Las <i>Metal Inert Gas (MIG)</i>	21
2.2.10	Elektroda las <i>Metal Inert Gas (MIG)</i>	23
2.2.11	Gas Pelindung Las <i>Metal Inert Gas (MIG)</i>	24
2.2.12	Parameter Pengelasan	25
2.2.13	Desain Sambungan Las dan Kampuh Las.....	26
2.2.14	Cacat Pengelasan.....	29
2.3	Pengujian Hasil Las.....	31
2.3.1	Pengujian <i>Radiography</i>	31
2.3.2	Pengujian <i>Metallography</i>	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		36
3.1	Perencanaan Penelitian	36
3.1.1	Variabel Penelitian.....	36
3.1.2	Tempat Penelitian	36
3.1.3	Bahan Penelitian	37
3.1.4	Alat dan Bahan Penelitian.....	37
3.2	Diagram Alir	38
3.3	Prosedur Penelitian	39
3.3.1	Studi Literatur	39
3.3.2	Pembuatan Spesimen Las.....	39
3.3.3	Persiapan pengelasan	40
3.3.4	Proses Pengelasan <i>double side</i> sambungan T	41
3.3.5	Pengukuran <i>Weld Size</i>	44
3.4	Pengujian Hasil Las	45
3.4.1	Pengujian <i>Radiography</i>	45
3.4.2	Pengujian Struktur Mikro dan Makro	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		52
4.1	Pengukuran <i>Weld Size</i>	52
4.2	Siklus Termal Pengelasan	53
4.3	Pengujian Radiografi	55
4.4	Pengujian Makro.....	67

4.5	Pengujian Mikro Porositas	70
4.6	Pengujian Mikrostruktur	74
BAB V PENUTUP.....		86
5.1	Kesimpulan	86
5.2	Saran	86
DAFTAR PUSTAKA		88
LAMPIRAN.....		91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hasil pengamatan makro pada pengelasan MIG dengan kuat arus 110 A, 140 A, dan 170 A.....	5
Gambar 2. 2 Pengamatan mikrostruktur <i>base metal</i> pada material (a) AA 5083 (b) AA 6063	6
Gambar 2. 3 Pengamatan mikrostruktur daerah HAZ pada material AA 5083 dan AA 6063 dengan variasi arus pengelasan (a) 110 A, (b) 140 A, dan (c) 170 A	6
Gambar 2. 4 Pengamatan mikrostruktur (a) Penampang hasil las (b) BM, (C) WM, dan (d) WM+HAZ	7
Gambar 2. 5 Grafik hubungan <i>grain size</i> dengan <i>mechanical properties</i>	8
Gambar 2. 6 Pengamatan mikrostruktur daerah pengelasan.....	9
Gambar 2. 7 Kode aluminium.....	15
Gambar 2. 8 Diagram fasa paduan Al-Mg	17
Gambar 2. 9 Proses las MIG (a) Skema pengelasan (b) Proses pengelasan	22
Gambar 2. 10 Jarak Elektroda dengan permukaan logam induk	25
Gambar 2. 11 Bentuk hasil manik las sesuai kecepatan las	26
Gambar 2. 12 Sambungan las yang baik dan buruk berdasarkan bending momen.....	27
Gambar 2. 13 Jenis sambungan las	27
Gambar 2. 14 Sambungan T.....	28
Gambar 2. 15 Jenis bentuk kampuh las.....	28
Gambar 2. 16 Jenis – jenis porositas.....	29
Gambar 2. 17 <i>Incomplete penetration</i>	30
Gambar 2. 18 <i>Incomplete Fusion / Lack of Fusion</i>	30
Gambar 2. 19 <i>Crack</i> atau retak	31
Gambar 2. 20 <i>Slag Inclusion</i>	31
Gambar 2. 21 Skema pengujian <i>radiography</i>	32
Gambar 2. 22 Bagian hasil pengelasan	33

Gambar 2. 23 Efek proses etsa pada permukaan spesimen.....	34
Gambar 2. 24 Pantulan sinar pada pengamatan metalografi.....	35
Gambar 3. 1 Diagram alir.....	38
Gambar 3. 2 Dimensi <i>web plate</i>	39
Gambar 3. 3 Dimensi <i>flange</i> (a) <i>double bevel groove</i> dan (b) <i>square groove</i>	40
Gambar 3. 4 Perakitan dan penyetingan spesimen.....	41
Gambar 3. 5 (a) Pegaturan jarak antar elektroda pada mesin las semi otomatis dan (b) Penyetingan kecepatan pengelasan pada computer	41
Gambar 3. 6 Simbol pengelasan MIG sambungan T <i>double side groove square</i>	42
Gambar 3. 7 Simbol pengelasan MIG sambungan T <i>double side double bevel groove</i>	42
Gambar 3. 8 Skema pengelasan <i>double side</i>	42
Gambar 3. 9 <i>Leg</i> dan <i>throat</i>	45
Gambar 3. 10 Pengukuran <i>weld size</i> (a) <i>leg</i> dan (b) <i>throat</i>	45
Gambar 3. 11 X-ray control console Lorad LPX200.....	46
Gambar 3. 12 X-ray <i>tube head</i>	46
Gambar 3. 13 Skema pengujian <i>radiography</i> sambungan T.....	48
Gambar 3. 14 Mikroskop optik Olympus SZ61	49
Gambar 3. 15 Mikroskop optik Olympus BX53M	50
Gambar 4. 1 Siklus termal jarak antar elektroda 18 mm jenis <i>groove square</i>	53
Gambar 4. 2 Siklus termal jarak antar elektroda 27 mm jenis <i>groove square</i>	53
Gambar 4. 3 Siklus termal jarak antar elektroda 36 mm jenis <i>groove square</i>	54
Gambar 4. 4 Siklus termal jarak antar elektroda 18 mm jenis kampuh <i>double bevel</i> <i>groove</i>	54
Gambar 4. 5 Siklus termal jarak antar elektroda 27 mm jenis <i>double bevel groove</i> ..	54
Gambar 4. 6 Siklus termal jarak antar elektroda 36 mm jenis <i>double bevel groove</i> ...	55
Gambar 4. 7 Hasil pengujian radiografi pengelasan MIG <i>double side</i> sisi satu jarak antar elektroda 18 mm.....	56

Gambar 4. 8 Hasil pengujian radiografi pengelasan <i>double side</i> sisi dua jarak antar elektroda 18 mm.....	57
Gambar 4. 9 Hasil pengujian radiografi pengelasan <i>double side</i> sisi satu jarak antar elektroda 27 mm.....	58
Gambar 4. 10 Hasil pengujian radiografi pengelasan <i>double side</i> sisi dua jarak antar elektroda 27 mm.....	59
Gambar 4. 11 Hasil pengujian radiografi pengelasan <i>double side</i> sisi satu jarak antar elektroda 36 mm.....	60
Gambar 4. 12 Hasil pengujian radiografi pengelasan <i>double side</i> sisi dua jarak antar elektroda 36 mm.....	61
Gambar 4. 13 Hasil pengujian radiografi pengelasan <i>double side</i> sisi satu jarak antar elektroda 18 mm <i>double bevel groove</i>	62
Gambar 4. 14 Hasil pengujian radiografi pengelasan <i>double side</i> sisi dua jarak antar elektroda 18 mm <i>double bevel groove</i>	62
Gambar 4. 15 Hasil pengujian radiografi pengelasan <i>double side</i> sisi satu jarak antar elektroda 27 mm <i>double bevel groove</i>	63
Gambar 4. 16 Hasil pengujian radiografi pengelasan <i>double side</i> sisi dua jarak antar elektroda 27 mm.....	64
Gambar 4. 17 Hasil pengujian radiografi pengelasan <i>double side</i> sisi satu jarak antar elektroda 36 mm <i>double bevel groove</i>	65
Gambar 4. 18 Hasil pengujian radiografi pengelasan <i>double side</i> sisi dua jarak antar elektroda 36 mm <i>double bevel groove</i>	65
Gambar 4. 19 Hasil pengujian makro pada sambungan T <i>groove square</i> dan jarak antar elektroda (a) 18 mm, (b) 27 mm, dan (c) 36 mm	68
Gambar 4. 20 Hasil pengujian makro pada sambungan T <i>double bevel groove</i> dan jarak antar elektroda (a) 18 mm, (b) 27 mm, dan (c) 36 mm	68
Gambar 4. 21 Mekanisme pembentukan cacat porositas (a) akar las (b) garis fusi....	70

Gambar 4. 22 Hasil pengamatan mikro porosity pada pengelasan MIG <i>double side</i> jenis <i>groove square</i> dan variasi jarak antar elektroda (a) 18 mm, (b) 27 mm, dan (c) 36 mm	71
Gambar 4. 23 Hasil pengamatan mikro <i>porosity</i> pada pengelasan MIG <i>double side</i> jenis <i>groove double bevel</i> dan variasi jarak antar elektroada (a) 18 mm, (b) 27 mm, dan (c) 36 mm	72
Gambar 4. 24 Hasil pengamatan struktur mikro daerah <i>base metal</i> (BM) sambungan T <i>groove square</i> dengan jarak antar elektroda (a) 18 mm, (b) 27 mm, dan (c) 36 mm.....	74
Gambar 4. 25 Hasil pengamatan struktur mikro daerah <i>base metal</i> (BM) sambungan T <i>double bevel groove</i> dengan jarak antar elektroda (a) 18 mm, (b) 27 mm, dan (c) 36 mm	75
Gambar 4. 26 Pengamatan struktur mikro daerah batas WM dan HAZ bawah (<i>web plate</i>) sambungan T <i>groove square</i> dengan jarak antar elektroda (a) 18 mm (b) 27 mm, dan (c) 36 mm.....	77
Gambar 4. 27 Pengamatan struktur mikro daerah batas WM dan HAZ bawah <i>double bevel groove</i> dan jarak antar elektroda (a) 18 mm (b) 27 mm, dan (c) 36 mm.....	79
Gambar 4. 28 Pengamatan struktur mikro daerah batas WM dan HAZ atas (<i>flange plate</i>) jenis <i>groove square</i> dan jarak antar elektroda (a) 18 mm (b) 27 mm, dan (c) 36 mm	81
Gambar 4. 29 Pengamatan struktur mikro daerah batas WM dan HAZ atas (<i>flange plate</i>) jenis <i>double bevel groove</i> dan jarak antar elektroda (a) 18 mm (b) 27 mm, dan (c) 36 mm	83
Gambar 4. 30 Pengamatan struktur mikro daerah <i>weld metal</i> sambungan T <i>groove square</i> dan variasi jarak antar elektroda (a) 18 mm, (b) 27 mm, dan (c) 36 mm.....	85

Gambar 4. 31 Pengamatan struktur mikro daerah *weld metal* sambungan T *double bevel groove* dan variasi jarak antar elektroda (a) 18 mm, (b) 27 mm, dan (c) 36 mm..... 85

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat fisis aluminium	12
Tabel 2. 2 Sifat mekanis aluminium	12
Tabel 2. 3 Klasifikasi aluminium beserta paduannya	14
Tabel 2. 4 Jenis paduan aluminium.....	15
Tabel 2. 5 Klasifikasi Kode pada Aluminium.....	16
Tabel 2. 6 Komposisi unsur AA 5052.....	16
Tabel 2. 7 Perbedaan pengelasan MIG dan MAG	22
Tabel 2. 8 Komposisi kimia elektroda ER5356	24
Tabel 3. 1 Alat dan bahan penelitian.....	37
Tabel 3. 2 Parameter pengelasan.....	43
Tabel 3. 3 Pemilihan <i>Image quality indicator</i>	47
Tabel 3. 4 Pemilihan <i>set wire</i>	47
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran weld size (<i>leg dan throat</i>)	52
Tabel 4. 2 Hasil pengujian radiografi.....	66
Tabel 4. 3 Distribusi porositas pengelasan MIG <i>double side groove square</i>	72
Tabel 4. 4 Distribusi porositas pengelasan MIG <i>double side double bevel groove</i>	73

DAFTAR NOTASI

ASME	: <i>American Society of Mechanical Engeneering</i>
ASM	: <i>American Society for Metals</i>
ISO	: <i>International Organization for Standardization</i>
ASTM	: <i>American Society for Testing and Materials</i>
AWS	: <i>American Welding Society</i>
GMAW	: <i>Gas Metal Arc Welding</i>
MIG	: <i>Metal Inert Gas</i>
MAG	: <i>Metal Active Gas</i>
WM	: <i>Weld Metal</i>
BM	: <i>Base Material</i>
HAZ	: <i>Heat Affected Zone</i>
AA	: <i>Aluminiun Alloy</i>
Al	: <i>Aluminium</i>
Mg	: <i>Magnesium</i>