

SKRIPSI

**PENGARUH HASIL PENGELASAN ALUMINIUM 6061
T-JOINT MENGGUNAKAN LAS GTAW TERHADAP WPS
(WELDING PROCEDURE SPECIFICATION)**



Disusun Oleh:

TENANG FERMANSAH

NIM : 1510641037

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH HASIL PENGELASAN ALUMINIUM 6061 T-JOINT MENGGUNAKAN LAS GTAW TERHADAP WPS (WELDING PROCEDURE SPECIFICATION)

Disusun Oleh:

TENANG FERMANSAH
NIM : 1510641037

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Pada Tanggal 4 Februari 2019

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Penguji I

Nely Ana Mufarida, S.T., M.T.
NIP : 19770422 200501 2 002

Moh. Hairul Bahri, S.T., M.T.
NIDN : 0717087203

Pembimbing II

Penguji II

Asmar Finali, S.T., M.T.
NIDN : 0731038606

Asroful Abidin, S.T., M. Eng.
NIP : -

Skripsi Ini Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Ir. Suhartinah, M.T.
NPK : 95 05 246

Nely Ana Mufarida, S.T., M.T.
NIP : 19770422 200501 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

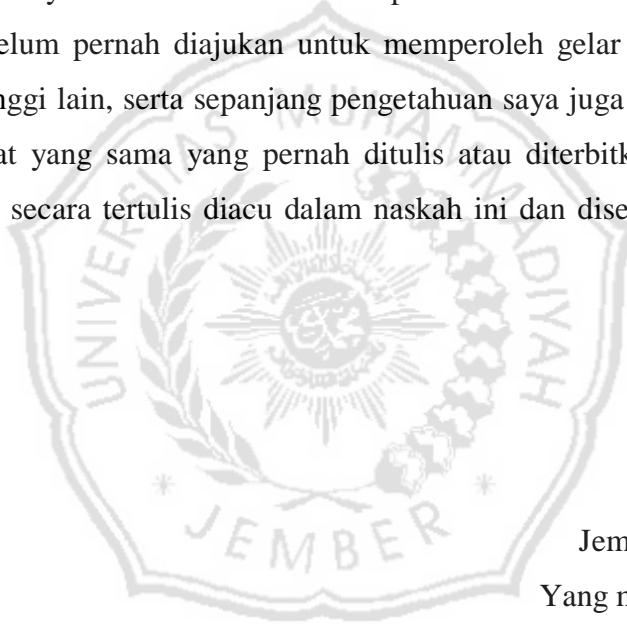
Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tenang Fermansah

NIM : 1510641037

Program Studi : S1 Teknik Mesin.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini adalah tulisan saya sendiri dan skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi lain, serta sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang sama yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Jember, 4 Februari 2019
Yang membuat pernyataan,

Tenang Fermansah

MOTTO

Selalu tersenyumlah dan saling tolong-mendolong dengan sesama dimanapun kamu

Jangan melihat manusia dari luarnya saja, bertemanlah
maka, kamu akan tahu

*Hidup itu kejam, carilah bakatmu dan kembangkan
skill yang kamu miliki*

Berolahragalah, karena itu tak ternilai nantinya

Jangan menyerah, Allah tidak membebani seseorang
melainkan sesuai dengan kesanggupannya (Al-Baqarah : 286)

***Jangan menaruh harapan pada manusia,
berharaplah hanya kepada ALLAH SWT.***

Bersyukurlah karena itu kamu

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT. kupersembahkan karya sederhana ini untuk:

Sarisih, ibuku tercinta yang selalu mendukung dan mendo' akanku

Susana, Rini Astutik dan Prigit Dewantoro, kakakku yang selalu mendukung dan membiayaiku selama menempuh pendidikan

Aran Andika Julianto, adikku

Vivi Anggraini, Raja Dwi Andika dan Rohimatush Soleha, keponakanku

Rekan-rekan seperjuanganku teknik mesin 2015 dan keluarga besar teknik mesin UM Jember

Almaterku Universitas Muhammadiyah Jember



KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Panyayang, kita panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada kita sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Hasil Pengelasan Aluminium 6061 *T-Joint* Menggunakan Las GTAW Terhadap WPS (*Welding Procedure Specification*)” dalam rangka menyelesaikan studi strata satu untuk mencapai gelar S.T. (Sarjana Teknik). Tak lupa sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan kerabat-kerabatnya serta umatnya semoga selalu dalam lindungan-Nya.

Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bimbingan, motivasi, bantuan dan dukungan baik berupa moral maupun do'a dari berbagai pihak. Untuk itu penulis sampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Ir. Suhartinah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik.
2. Nely Ana Mufarida, S.T., M.T., selaku ketua Program Studi Teknik Mesin dan pembimbing I.
3. Moh. Hairul Bahri, S.T., M.T., selaku penguji I.
4. Asmar Finali, S.T., M.T., selaku pembimbing II.
5. Asroful Abidin, S.T., M. Eng., selaku penguji II.
6. Prof. Dr. Yatna Yuwana Martawirya, Dr. Ir. Sri Raharno, Rizky Ilhamsyah, S.T., M.T., dan Stefanus Siena Haryadi Moel, S.T., selaku pembimbing tugas akhir selama magang di Laboratorium Teknik Produksi, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung.
7. Sarisih, ibuku tercinta yang selalu mendo'akan anak-anaknya.
8. Susana, Rini Astutik dan Prigit, kakak terbaik yang selalu mendukung dan memberi materil serta motivasi agar selalu giat dalam menuntut ilmu.
9. Vivi Anggraini, Raja Dwi Andika, Rohimatush Soleha dan Aran Andika Julianto, keponakan dan adikku yang selalu menjadi penyemangatku.
10. *Fantastic four* (Bakhtiar, Rijal dan Ipnu), sahabat terbaikku.
11. Bagus, Yasirul, Abi, Edi dan Imron, rekan-rekan kerja praktek di Pasuruan (PT. Boma Bisma Indra dan PT. Bromo Steel Indonesia).

12. Keluarga besar KKN 2018 gelombang 2 kelompok 8 Desa Tegalwaru Kecamatan Mayang Kabupaten Jember.
13. Abi, Valdy, Matsyah, Hasan, Agus, Harry, Fahmi, Maulana, Kevin dan Meirina, rekan-rekan magang tugas akhir di Laboratorium Teknik Produksi, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung.
14. Staf pengajaran fakultas teknik.
15. Serta rekan-rekan seperjuanganku teknik mesin angkatan 2015 dan keluarga besar teknik mesin Universitas Muhammadiyah Jember yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung penulis.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk menyempurnakannya, namun jika masih terdapat kesalahan penulis mohon maaf. Oleh karena itu, penulis memerlukan kritik dan saran yang membangun demi tercapainya penyusunan skripsi yang lebih baik. Semoga skripsi yang telah penulis buat ini dapat bermanfaat bagi pembaca, khususnya bagi penulis dan rekan-rekan mahasiswa teknik mesin.

Jember, 4 Februari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR ABSTRAK	iv
LEMBAR MOTTO	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengelasan (<i>Welding</i>)	5
2.2 Pengelasan GTAW (<i>Gas Tungsten Arc Welding</i>)	8
2.3 Aluminium	11

2.4 WPS (<i>Welding Specification Procedure</i>)	15
2.5 Pengujian (<i>Test</i>)	19
2.5.1 NDT (<i>Non Destructive Test</i>) atau Pengujian Tanpa Merusak ...	19
2.5.2 DT (<i>Destructive Test</i>) atau Pengujian Dengan Merusak	21
2.6 Cacat Las	23
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	27
3.2 Diagram Alir Penelitian	27
3.3 Alat dan Bahan	29
3.3.1 Alat	29
3.3.2 Bahan	30
3.4 Pelaksanaan Penelitian	32
3.4.1 Prosedur Penyusunan WPS (<i>Welding Specification Procedure</i>)	32
3.4.2 <i>Preliminary</i> WPS (<i>Welding Procedure Specification</i>)	36
3.4.3 Pengujian Material	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil Penelitian	38
4.1.1 Identifikasi	38
4.1.2 Parameter Sambungan Las <i>Carbody</i> LRT	41
4.1.3 Hasil Pengujian	44
4.2 Pembahasan	44
BAB V PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	52
BIOGRAFI PENULIS	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi Kimia Aluminium Seri 6061	14
Table 3.1	Karakteristik Al 6061	31
Tabel 3.2	Batas Komposisi Kimia (%) Al 6061	31
Table 3.3	Sifat Mekanis Aluminium 6061	31
Table 3.4	Jenis-Jenis Elektroda <i>Tungsten</i>	34
Tabel 4.1	Detail Sambungan Las <i>Carbody</i> LRT	39
Tabel 4.2	Parameter Sambungan Las <i>Carbody</i> LRT	41
Tabel 4.3	Data Hasil Uji <i>Dye Penetrant</i> dan Uji <i>Bending</i> pada Posisi 2F	44
Tabel 4.4	Data Hasil Uji <i>Dye Penetrant</i> dan Uji <i>Bending</i> pada Posisi 3F	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kereta Api Perkotaan Jenis LRT	2
Gambar 2.1	Jenis Sambungan Las	6
Gambar 2.2	Jenis Sambungan Las Berkampuh atau <i>Groove</i>	7
Gambar 2.3	Jenis Sambungan Las untuk Pipa	7
Gambar 2.4	Jenis Sambungan Las Tidak Berkampuh atau <i>Fillet</i>	7
Gambar 2.5	Proses Las GTAW	8
Gambar 2.6	Konstruksi Perangkat Las GTAW	9
Gambar 2.7	Contoh PQR	17
Gambar 2.8	Contoh WPS	18
Gambar 2.9	Pengujian <i>Dye Penetrant</i>	20
Gambar 2.10	Pengujian Radiographic	20
Gambar 2.11	Alat Uji Tarik	21
Gambar 2.12	<i>Three Point Bending</i>	22
Gambar 2.13	<i>Four Point Bending</i>	23
Gambar 2.14	<i>Undercut</i>	24
Gambar 2.15	Penumpukan Logam Las	24
Gambar 2.16	<i>Porosity</i>	24
Gambar 2.17	Kurang Pencairan	25
Gambar 2.18	Tercemar Tungsten	25
Gambar 2.19	<i>Slag Inclusion</i>	26
Gambar 2.20	<i>Cracking</i>	26
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3.2	Mesin Las TIG 200 AC/DC	30
Gambar 3.3	UH-300 knX <i>Universal Testing Machine</i>	30

DAFTAR PERSAMAAN

2.1 Persamaan <i>Three Point Bending</i>	22
2.2 Persamaan <i>Four Point Bending</i>	23



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesimen Uji Aluminium 6061 <i>T-Joint</i>	52
Lampiran 2 Pengurangan Ketebalan Material dengan Proses Milling	53
Lampiran 3 Sertifikat Juru Las (<i>Welder</i>)	54
Lampiran 4 <i>Preliminary WPS (Welding Procedure Specification)</i>	56
Lampiran 5 Pengelasan Spesimen Uji	62
Lampiran 6 Spesimen Uji <i>Dye Penetrant</i> yang Mengalami <i>Porosity</i>	63
Lampiran 7 Data Hasil Uji <i>Dye Penetrant</i>	66
Lampiran 8 Data Hasil Uji <i>Bending</i>	67



DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, Sofyan., Gunawan Dwi Hariyadi, AP. Bayuseno dan Seon Jin Kim. 2013. *Pengaruh Post-Weld Heat Treatment dan Arah Pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro pada Penyambungan Aluminium Paduan 6061*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Achmadi. 2018. *Jenis-Jenis Sambungan Pengelasan Dan Macam-Macam Kampuh Las*. Diakses di pengelasan.net.
- Andewi, Linda. 2016. *Pengaruh Variasi Arus Pada Hasil Pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Pada Alumunium 6061*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Anonim. 2012. *Sejarah Aluminium*. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/20315/3/chapter%20II.pdf>. Diakses pada tanggal 5 Desember 2016 pukul 08.45 WIB.
- ASM Metal Handbook Volume 9, 2004.
- Avianto, Johan. 2013. *Visual Testing (Pengujian Indera Mata)*. <https://www.google.co.id/amp/s/johanavianto.wordpress.com/2013/08/29/visual-testing-pengujian-inderamata/amp/>.
- Chellamuthu, Sabarinathan. 2012. *Figure*. https://www.google.co.id/amp/s/www.researchgate.net/figure/Schematic-diagram-of-Tensile-Testing-Machine_fig5_289029747/amp. Diakses pada Juli 2012.
- Dadang. 2013. *Teknik Las GTAW*. Jakarta: Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan.
- Engineering Division Handbook, Aluminium City (Pty) Limited, Sept 1999.
- India, aircraft plasma. 2016. *Welding Hard Facing Cladding And Cutting Of Metals*. <http://aircraftplasma.blogspot.com/2016/02/physical-testing-for-welded-materials.html?m=1>. Diakses pada Senin, 15 Februari 2016 pukul 15.31 WIB.
- Jones, David. 2016. *Macam-Macam Sambungan & Posisi Pengelasan Pelat Dan Pipa Beserta Gambarnya*. Diakses di pengelasan.com.

- Khamid, Abdul. 2011. *Rancang Bangun Alat Uji Bending Dan Hasil Pengujian Untuk Bahan Besi Cor*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Kholis, Ikhsan. 2012. *Kualifikasi Welding Procedure Specification (WPS) Dan Juru Las (Welder) Berdasarkan ASME Section IX Di Industri Migas*. Forum teknologi, vol 02 No 3.
- Multazam, Diky dan Subowo. 2015. *Analisa Pengaruh Perbedaan Interpas Temperatur Pengelasan GTAW Aluminium 6061 Menggunakan Filler ER4043 Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Raharjo, Himawan Tri. 2013. *Pengujian Dengan Merusak Dan Tidak Merusak/NDT Material Destructive Test And Non Destructive Test*. <http://himawantriraharjo.blogspot.com/2013/03/pengujian-dengan-merusak-dan-tidak.html>. Diakses pada Jumat, 01 Maret 2013 pukul 20.07 WIB.
- Sonawan, H dan Rochim Suratman. 2006. *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. Bandung: Alfabeta.
- Sumadi, Hamdani. 2019. Bab I Metal Inert Gas (MIG). Diakses di anzdoc.com.
- Subagyo, Nur Imam. 2017. *Analisis Pengaruh Artificial Aging Terhadap Sifat Mekanis Pada Aluminium Seri 6061*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Surdia, Tata dan Shinroku Saito. 1995. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian. Presiden Republik Indonesia. Jakarta: 2007.
- Widharto, Sri. 2006. *Petunjuk Kerja Las*. Jakarta: Cetakan Ke-6 Pradnya Paramita.
- Wirjosumarto, H. dan T. Okumura. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Cetakan Ke-8 Pradnya Paramita.
- Yulistiawan, Fiskan. 2016. *Pengaruh Variasi Kampuh Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Tungsten Inert Gas (TIG) Pada Baja Karbon Rendah ST 37*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama Tenang Fermansah, lahir di Kota Penyu, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Lahir pada tanggal 7 Januari 1996 dari pasangan Alm. Bukhari dan Sarisih, anak ke-4 dari 5 bersaudara. Memulai pendidikan formalnya di SD Negeri 008 Teluk Bayur, Berau, kemudian melanjutkan di SMP Negeri 15 Berau, dan menyelesaikan pendidikan tingkat menengah di SMK Muhammadiyah Tanjung Redeb, Berau pada tahun 2015. Di tahun 2015 penulis memutuskan pulang di kampung halamannya Kabupaten Jember, Jawa Timur untuk melanjutkan pendidikan. Di tahun itu juga, penulis resmi menjadi mahasiswa teknik mesin di Universitas Muhammadiyah Jember melalui seleksi mandiri. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di bidang akademik maupun non akademik, adapun organisasi yang pernah diikuti oleh penulis yaitu, UKM Musik “Gudang Production”, IMM (Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah), KBMMJ (Keluarga Besar Mahasiswa Mesin Jember), HMM (Himpunan Mahasiswa Mesin), dan FMMI FORWIL 7A (Forum Mahasiswa Mesin Indonesia Wilayah 7A). Penulis juga pernah mengemban amanah menjadi ketua HMM periode 2017/2018.

Pada bidang akademik, penulis melaksanakan KP (Kerja Praktek) di PT. Boma Bisma Indra (Persero) divisi Mesin dan Peralatan Industri (MPI) di Pasuruan, Jawa Timur. Di bulan Agustus 2018 penulis melaksanakan KKN (Kuliah Kerja Nyata) di Desa Tegalwaru Kecamatan Mayang Kabupaten Jember selama satu bulan bersama 20 mahasiswa dari program studi lain Universitas Muhammadiyah Jember dengan tema “Taman Baca”. Di tahun yang sama, penulis melaksanakan program magang tugas akhir (skripsi) di Institut Teknologi Bandung selama kurang lebih 4 bulan. Untuk keperluan diskusi dan silaturahmi, penulis dapat dihubungi di email: tenangfermansah@gmail.com

**PENGARUH HASIL PENGELASAN ALUMINIUM 6061
T-JOINT MENGGUNAKAN LAS GTAW TERHADAP WPS
(WELDING PROCEDURE SPECIFICATION)**

Diajukan Sebagai Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada
Program Studi Teknik Mesin



Disusun Oleh:

TENANG FERMANSAH

NIM : 1510641037

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER
2019**