

**SKRIPSI**

**Pengaruh Penerapan WPS (*Welding Procedure Specification*) A1 6005 Tipe *Butt Joint* Terhadap Kekuatan Sambungan Las A1 6061**

Diajukan Sebagai Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program  
Studi Teknik Mesin



**OLEH**

**AHMAD ABI SODIK**

**NIM : 1510641052**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

**2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**SKRIPSI**

PENGARUH PENERAPAN WPS (*WELDING PROCEDURE SPECIFICATION*)  
AL 6005 TIPE *BUTT JOINT* TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN LAS AL  
6061

Yang diajukan oleh:

**AHMAD ABI SODIK**

1510641052

Disetujui oleh:

Pembimbing I

**Nely Ana Mufarida, S.T., M.T**

NIP/NPK: 19770422 200501 2 002

Tanggal:

Pembimbing II

**Kosjoko, S.T., M.T**

NIP/NPK: 05 09 479

Tanggal:

## HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PENERAPAN WPS (*WELDING PROCEDURE SPECIFICATION*)  
AL 6005 TIPE *BUTT JOINT* TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN LAS AL  
6061

Disusun oleh:

**AHMAD ABI SODIK**

1510641052

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji

Pada Tanggal.....Bulan.....Tahun....., Jam.....WIB

Pembimbing I

Penguji I

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

**Mokh. Hairul Bahri, S.T., M.T**  
NPK: 06 09 506

Pembimbing II

Penguji II

**Kosjoko, S.T., M.T**  
NIP/NPK: 05 09 479

**Nur Halim, S.T., M.Eng**  
NIP/NPK:

**Dekan Fakultas Teknik**

**Ketua Program Studi Teknik Mesin**

**Ir. Suhartinah, MT**  
NPK 95 05 246

**Nely Ana Mufarida ST.,MT**  
NIP 19770422 200501 2 002

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. Karena berkat rahmat dan ridho-Nya penyusun dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Pengaruh Penerapan WPS (*Welding Procedure Specification*) AL 6005 Tipe *Butt Joint* Terhadap Kekuatan Sambungan Las Al 6061” dengan tepat waktu. Adapun tujuan dari penulisan laporan ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan sarjana Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Jember.

Penulis sadar bahwa rangkaian aktivitas yang dilakukan selama tugas akhir banyak melibatkan pihak-pihak yang telah membantu serta membimbing penyusun agar pengerjaan setiap aktifitas dapat berjalan lancar. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Kosjoko, S.T., M.T. dan Ibu Nely Ana Mufarida, S.T., M.T. atas bimbingan baik teori maupun teknis selama proses pengerjaan laporan tugas akhir.
2. Bapak Dr. Sri Raharno, M.T. dan Bapak Prof. Dr. Ir. Yatna Yuwana Martawirya atas bimbingan, arahan diskusi dan bantuannya selama penelitian di Laboratorium Teknik Produksi Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara Institut Teknologi Bandung.
3. Bapak Rizky Ilhamsyah, S.T., M.T. dan Stefanus Siena, S.T. atas bimbingan non-formal yang diberikan selama proses penelitian berlangsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu semua saran dan kritik serta koreksi sangat penulis harapkan untuk perbaikan laporan ini sehingga dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jember, 4 Januari 2018

Penulis

**Pengaruh Penerapan WPS (*Welding Procedure Specification*) Al 6005 Tipe *Butt Joint* Terhadap Kekuatan Sambungan Las Al 6061**

Ahmad Abi Sodik<sup>1</sup>, Nely Ana Mufarida, S.T., M.T<sup>2</sup>, Kosjoko, S.T., M.T<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa, <sup>2</sup>Dosen Pembimbing 1, <sup>3</sup>Dosen Pembimbing 2

ABSTRAK

Dokumen WPS (*welding procedure specification*) merupakan dokumen yang sangat penting dalam pengelasan masal di suatu industri. Pemilihan parameter-parameter pengelasan dalam pembuatan WPS yang efektif sangat berguna untuk industri terlebih untuk pengelasan Aluminium. Aluminium merupakan logam istimewa dengan permukaan halus dan memiliki lapisan oksidasi yang membuat tak sembarangan metode pengelasan bisa digunakan untuk pengelasan aluminium. Tipe aluminium dengan nomor seri 60 banyak digunakan dalam industri, khususnya industri transportasi karena kriterianya yang sangat kuat namun ringan. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk mencari pengaruh penerapan wps aluminium 6005 tipe butt joint terhadap pengelasan sambungan aluminium 6061 dengan posisi pengelasan 1G dan 3G serta pada ketebalan 3 mm, 5 mm, dan 8 mm dan menggunakan *filler metal* ER 5356. Pengelasan aluminium 6061 ini dilakukan oleh *welder* bersertifikat dengan menggunakan las GTAW (*gas tungsten arc welding*) atau TIG (*tungsten inert gas*) dengan detail sambungan pengelasan single V-*butt joint* sudut 60°. pengujian material dilakukan dengan menggunakan pengujian kekuatan tarik dan bending dan juga pengujian cacat dengan menggunakan *radiography* dan *dye penetrant*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengelasan aluminium 6061 dengan menggunakan wps aluminium 6005 dengan posisi 1G (*flat*) menghasilkan las yang lebih baik dibandingkan posisi 3G (*vertikal*) dari hasil pengujian cacat luar maupun dalam. Cacat porositas terjadi pada posisi pengelasan 1G dengan jumlah dan ukuran yang sangat kecil sedangkan pada posisi pengelasan 3G terjadi cacat porositas dan *incomplete fusion* dengan ukuran dan jumlah di luar syarat penerimaan pengujian berdasarkan ISO. Selain pengujian cacat las, hasil dari pengujian kekuatan material las yang dilakukan dengan menggunakan uji tarik dan uji tekuk juga menunjukkan kekuatan yang signifikan terjadi pada posisi pengelasan 1G baik material tebal 3 mm, 5 mm maupun tebal 8 mm.

Kata Kunci: Aluminium 6061. Aluminium 6005. *Butt Joint*. WPS. Las GTAW.

# **The Effect of Application WPS (Welding Procedure Specification) Al 6005 Butt Joint Type Against Strength of Al 6061 weld joint**

Ahmad Abi Sodik<sup>1</sup>, Nely Ana Mufarida, S.T., M.T<sup>2</sup>, Kosjoko, S.T., M.T<sup>3</sup>

<sup>1</sup>College Student, <sup>2</sup>Supervisor 1, <sup>3</sup>Supervisor 2

## **ABSTRACT**

The WPS (welding procedure specification) document is a very important document in mass welding in an industry. The selection of welding parameters in the manufacture of effective WPS is very useful for industry especially for aluminium welding. Aluminium is a special metal with a smooth surface and has an oxidation layer that makes it not arbitrary the welding method can be used for aluminium welding. Aluminium with types 6xxx serial numbers are widely used in industries, especially the transportation industry because of the criteria that are very strong but light. Therefore this study aims to find the effect of applying aluminium WPS of 6005 type butt joint on welding joint aluminium 6061 with 1G and 3G welding positions as well as at 3 mm, 5 mm and 8 mm thickness and using ER 5356 metal filler. Aluminium 6061 welding carried out by certified welder using GTAW welding (gas tungsten arc welding) or TIG (tungsten inert gas) with welding joint details of a single V-butt joint angle of 60°. Material testing was carried out using tensile and bending strength testing and also defect testing using radiography and dye penetrant. The results of this study indicate that welding aluminium 6061 using WPS aluminium 6005 with a 1G (flat) position produces a weld that is better than the 3G (vertical) position from the results of external and internal defects. Porosity defects occur in the welding position of 1G with a very small number and size while in the welding position 3G occurs porosity and fusion incomplete defects with sizes and quantities outside the ISO acceptance testing requirements. In addition to testing for weld defects, the results of testing the strength of the weld material carried out using a tensile test and bending test also showed significant strength in the welding position of 1G both 3 mm, 5 mm and 8 mm thick.

**Key Words:** Aluminium 6061. Aluminium 6005. *Butt Joint*. WPS. Welding GTAW

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Manfaat.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Aluminium.....	5
2.1.1 Karakteristik Fabrikasi Aluminium .....	8
2.1.2 Jenis-jenis Aluminium .....	12
2.2 Las TIG (GTAW) dan MIG (GMAW) .....	15
2.3 Pengertian WPS dan Pentingnya WPS .....	19
2.4 Jenis Sambungan Las .....	21
2.5 Pengujian .....	24
<b>BAB III PERALATAN DAN PROSEDUR PENELITIAN</b> .....	31
3.1 Pengumpulan Data .....	31
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	31
3.3 Material Penelitian .....	31

3.4 Diagram Alir Penelitian .....	32
3.5 Alat Penelitian .....	33
3.6 Pelaksanaan Penelitian .....	33
3.6.1 Prosedur Pembuatan <i>Welding Procedure Specification</i> .....	33
3.6.2 Pengujian Material.....	37
<b>BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL.....</b>	<b>38</b>
4.1 Hasil Identifikasi Sambungan.....	38
4.2 Penentuan Parameter Pengelasan.....	39
4.3 Pengujian Visual ( <i>Visual Examination</i> ).....	40
4.4 <i>Radiography Test</i> .....	43
4.5 <i>Dye Penetrant Test</i> .....	46
4.6 Uji Tarik .....	48
4.7 Uji Tekuk.....	52
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>56</b>
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>61</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>	<b>66</b>



## DAFTAR TABEL

Table 2.1 Konduktifitas termal logam. ....	11
Table 2.2 Jenis aluminium serta kodenya. ....	12
Table 2.3 Karakteristik Al 6061 .....	13
Table 2.4 Batas komposisi kimia (%).....	14
Table 2.5 Sifat mekanis aluminium 6061 T6 .....	14
Table 2.6 Kemampuan proses pengelasan GTAW.....	16
Table 3.1 Variabel pengujian visual. ....	37
Table 3.2 Variabel pengujian <i>Radiography</i> . ....	37
Table 3.3 Variabel pengujian <i>Dye Penetrant Test</i> .....	38
Table 3.4 Variabel pengujian tarik .....	38
Tabel 3.5 Variabel Pengujian Tekuk .....	38
Table 4.1 Detail sambungan las <i>carbody</i> . ....	39
Table 4.2 Parameter sambungan las.....	40
Table 4.3 Pengujian visual. ....	41
Table 4.4 Hasil Pengujian RT <i>Butt Joint</i> 3 mm 1G.....	44
Tabel 4.5 Hasil Pengujian RT <i>Butt Joint</i> 3 mm 3G.....	44
Table 4.6 Hasil Pengujian RT <i>Butt Joint</i> 5 mm 1G.....	45
Table 4.7 Hasil Pengujian RT <i>Butt Joint</i> 5 mm 3G.....	45
Table 4.8 Hasil Pengujian RT <i>Butt Joint</i> 8 mm 1G.....	45
Table 4.9 Hasil Pengujian RT <i>Butt Joint</i> 8 mm 3G.....	46
Tabel 4.10 Hasil pengujian <i>dye penetrant</i> .....	44
Table 4.11 Analisis data uji tarik .....	52
Tabel 4.12 Analisis data uji tekuk .....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Persentase distribusi produksi aluminium primer dunia.....	8
Gambar 2.2 Komponen dan parameter dari proses GTAW .....	18
Gambar 2.3 Proses pengelasan GMAW .....	20
Gambar 2.4 Flow Chart Pengujian WPS .....	20
Gambar 2.5 Macam-macam kampuh <i>butt joint</i> .....	21
Gambar 2.6 Tipe sambungan <i>Tee Joint</i> dan posisi pengelasannya .....	22
Gambar 2.7 Gambar sambungan las <i>Corner</i> .....	22
Gambar 2.8 Gambar sambungan las <i>Lap Joint</i> .....	23
Gambar 2.9 Gambar sambungan <i>Edge</i> .....	23
Gambar 2.10 Lokasi pengujian.....	24
Gambar 2.11 Bentuk spesimen pengujian tarik.....	25
Gambar 2.12 Bentuk spesimen pengujian tekuk .....	27
Gambar 2.13 Diagram tegangan renggangan .....	27
Gambar 2.14 Prinsip dasar pengujian dengan radiografi.....	28
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian .....	32
Gambar 3.2 Bentuk Sambungan Pengelasan 5 mm.....	34
Gambar 3.3 Bentuk Sambungan Pengelasan 8 mm.....	35
Gambar 3.4 Bentuk Sambungan Pengelasan 3 mm.....	36
Gambar 4.1 Kurva Material 3 mm 1G .....	50
Gambar 4.2 Kurva Material 5 mm 1G.....	50
Gambar 4.3 Kurva Material 8 mm 1G .....	50
Gambar 4.4 Kurva Material 3 mm 3G.....	51
Gambar 4.5 Kurva Material 5 mm 3G .....	51
Gambar 4.6 Kurva Material 8 mm 3G.....	51
Gambar 4.7 Grafik tegangan maksimum material 3 mm 1G .....	53
Gambar 4.8 Grafik tegangan maksimum material 5 mm 1G .....	53
Gambar 4.9 Grafik tegangan maksimum material 8 mm 1G .....	54
Gambar 4.10 Grafik tegangan maksimum material 3 mm 3G .....	54
Gambar 4.11 Grafik tegangan maksimum material 5 mm 3G .....	54
Gambar 4.12 Grafik tegangan maksimum material 8 mm 3G .....	55

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Sertifikat <i>Welder</i> .....	61
Lampiran 2. Sertifikat Posisi PA/3G <i>Vertikal Up</i> .....	62
Lampiran 3. Sertifikat Posisi PA/3G <i>Vertikal Down</i> .....	62
Lampiran 4. Proses Pengelasan .....	63
Lampiran 5. Proses Pengujian <i>Radiography Test</i> .....	64
Lampiran 6. WPS Pengelasan .....	65