

**ANALISA VARIASI ARUS TERHADAP HASIL *WELDING
PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) DAN *PROCEDURE
QUALIFICATION RECORD (PQR) PADA PIPA 6'' SCH 120
DENGAN MATERIAL *STAINLESS STEEL 304*****

LAPORAN TUGAS AKHIR



**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan
Program Diploma IV TMPP Jurusan Teknik Mesin**

**Oleh :
Syahrial Cahyanto
061640212530**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK MESIN
PALEMBANG
2018**

ANALISA VARIASI ARUS TERHADAP HASIL *WELDING PROCEDURE SPECIFICATION* (WPS) DAN *PROCEDURE QUALIFICATION RECORD* (PQR) PADA PIPA 6” SCH 120 DENGAN MATERIAL *STAINLESS STEEL* 304



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Disetujui oleh Dosen Pembimbing Laporan Akhir
D4 TMPP – Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya**

Pembimbing Utama

**Drs. Soegeng Witjahjo, S.T., MT.
NIP. 196101061988031003**

Pembimbing Pendamping

**Ir. Romli, MT.
NIP. 196710181993031003**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,**

**IR. Sairul Effendi, M.T.
NIP. 196309121989031005**

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN UJIAN LAPORAN AKHIR

Laporan akhir ini diajukan oleh

Nama : Syahrial Cahyanto

NIM : 0616 4021 2530

Konsentrasi Studi : D-IV TMPP

Judul Laporan Akhir : ANALISA VARIASI ARUS TERHADAP HASIL *WELDING PROCEDURE SPECIFICATION* (WPS) DAN *PROCEDURE QUALIFICATION RECORD* (PQR) PADA PIPA 6'' SCH 120 DENGAN MATERIAL *STAINLESS STEEL* 304

Telah selesai diuji, direvisi dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

Penguji

Tim Penguji

1. Drs. Soegeng Witjahjo, S.T., MT.	()
2. M. Taufikurahman, S.T., M.T	()
3. Ella Sundari, S.T., M.T	()
4. M. Azharuddin, S.T., M.T	()

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin Ir. Sairul Effendi, M.T. ()

Ditetapkan di : Palembang

Tanggal : Agustus 2018

Motto :

- ❖ *Dalam menjalani hidup selalu belajar untuk mensyukuri nikmat yang telah di anugerahkan Tuhan kepada kita, karena orang lain belum tentu seberuntung kita.*
- ❖ *Iman dan Taqwa (Imtaq) harus senantiasa seimbang dengan Ilmu Pengetahuan Teknologi (Iptek)*
- ❖ *There is a will, There is a way..*

Kebanggaan dan rasa terimakasihku serta hormatku kepada orang-orang yang selalu ada untukku.

Kupersembahkan untuk :

- ❖ *Kedua orang tuaku (Ayah dan Ibu) yang selalu mendukung setiap langkah perjuanganku*
- ❖ *Saudara-saudaraku yang senantiasa memberi perhatian dan dukungan kepadaku*
- ❖ *Seluruh Dosen Teknik Mesin*
- ❖ *Sahabat dan keluargaku di Kelas*
- ❖ *Almamater yang selalu kubanggakan.*
- ❖ *My lovely soon to be wife, Riska monika.*

ABSTRAK

Analisa Variasi Arus Terhadap Hasil *Welding Procedure Specification* (Wps) Dan *Procedure Qualification Record* (Pqr) Pada Pipa 6'' Sch 120 dengan Material *Stainless Steel 304* (2018: 07 + 101 Hal. + DaftarGambar + DaftarTabel + Lampiran)

Syahrial Cahyanto

0616 4021 2530

D4 TMPP JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan tarik, kekuatan lengkung, dan kekerasan material dengan pengelasan GTAW dan SMAW yang bermanfaat untuk membuat laporan data terperinci saat proses pengelasan kedalam PQR hingga akhirnya terbentuk WPS atau panduan bagi para welder atau welding operator untuk dijadikan patokan jika menemui kasus pengelasan dengan material serupa. Penelitian ini menggunakan bahan stainless steel yang mengandung kadar C = 0,008 %, Si = 0,75 %, Mn = 2 %, S = 0,030 %, P=0,045 %, Ni = 8,0-10,5 %, Cr= 18-20 %, N=0,10 %. Material diberi perlakuan pengelasan dengan variasi arus 60 Amper, 100 Amper dan 160 Amper dengan menggunakan las GTAW dan SMAW dengan elektroda TGS 308 diameter 2,4 mm dan NSN 308 diameter 2,6 mm. Jenis kampuh yang digunakan adalah kampuh V dengan sudut 37 - 40°. Spesimen dilakukan pengujian penetrant, pengujian tarik, pengujian lengkung dan kekerasan.

Nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh untuk spesimen kualitas kekuatan material kelompok pengelasan arus 160 Amper paling tinggi dibandingkan kelompok variasi arus pengelasan 60 Amper dan 100 Amper serta kelompok raw materials. Nilainya mengalami kenaikan sebesar 44,84 MPa untuk nilai kekuatan tarik dan 84 MPa untuk nilai tegangan luluh terhadap kelompok raw materials. Nilai perpanjangannya mengalami kenaikan dibanding kelompok 60 Amper dan kelompok 100 Amper, tetapi mengalami penurunan dibandingkan kelompok raw materials.

Hasil PQR dan WPS yang akan di lampirkan adalah berdasarkan pengelasan dengan amper yang disarankan yaitu pada amper 100, dikarenakan menyesuaikan dengan rekomendasi kawat las yang digunakan,

Kata kunci adalah arus, Amper, GTAW, SMAW, WPS, PQR, Uji Sifat Mekanik.

ABSTRACT

Analysis Of Electric Current Variation To Welding Procedure Specification (WPS) And Procedure Qualification Record (PQR) For Pipe 6" Sch 120 With material SS 304 (2018: 07 + 101 pages + List of Figure + List of Table + Attachment)

Syahrial Cahyanto

0616 4021 2530

D4 TMPP MECHANICAL ENGINEERING

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

This study aims to determine the effect of welding current on tensile strength, bending strength, and material hardness by welding GTAW and SMAW which is useful to make detailed data reports during the welding process into PQR until finally a WPS is formed or a guide for welder or welding operators to be used as a benchmark if you encounter a welding case with similar material. This study uses stainless steel which contains levels of C = 0.008%, Si = 0.75%, Mn = 2%, S = 0.030%, P = 0.045%, Ni = 8.0-10.5%, Cr = 18 -20%, N = 0.10%. The material was given a welding treatment with a current variation of 60 Ampere, 100 Ampere and 160 Ampere using GTAW and SMAW welding with TGS 308 electrode with a diameter of 2.4 mm and NSN 308 with a diameter of 2.6 mm. The type of sewage used was V with angle 37 - 400. The specimens were penetrant testing, tensile testing, curvature testing and hardness.

The value of tensile strength and yield stress for material strength quality specimens of 160 Amper current welding group is highest compared to the variation group of 60 Ampere welding current and 100 Ampere and raw materials group. The value has increased by 44.84 MPa for tensile strength and 84 MPa for the yield stress value of the raw materials group. The extension value has increased compared to the 60 Amper group and 100 Ampere group, but has decreased compared to the raw materials group.

The results of PQR and WPS that will be attached are based on welding with the recommended amperage at 100 amps, due to adjusting to the recommended welding wire used,

Keywords are current, Ampere, GTAW, SMAW, WPS, PQR, Mechanical Properties Test.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim,

Assalamualaikum Wr. Wb

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia yang telah diberikanNya sehingga Laporan Akhir ini dapat diselesaikan.

Adapun terwujudnya Laporan Akhir ini adalah beerkat bimbingan dan bantuan serta petunjuk dari berbagai pihak yang tak ternilai harganya. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menghanturkan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu penulis dalam membuat laporan ini yaitu kepada:

1. Orangtua tercinta yang selalu memberikan dukungan Doa dan dukungan terhadap Anaknya tercinta
2. Bapak Ir. Sairul Effendi, M.T. dan seluruh staf jurusan/prodi D-IV TMPP Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya
3. Bapak Drs. Soegeng Witjahjo,S.T.,MT. sebagai pembimbing utama Laporan Akhir yang telah memberikan bimbingan dan membantu penulis
4. Bapak Ir. Romli, M.T sebagai pembimbing pendamping Laporan Akhir yang telah membimbing dan membantu penulis
5. Teman-teman Satu kelas yang telah berjuang bersama-sama.
6. Serta semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini.

Dalam penyusunan Laporan Akhir ini Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran dan kritik dari pembaca sangat Penulis harapkan untuk perbaikan dalam penyusunan laporan-laporan selanjutnya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kitasemua yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Palembang, Agustus 2018

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan masalah	3
1.4 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.7 Metode Penulisan	4
1.8 Sistmatika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Definisi Pengelasan.....	6
2.2 Klasifikasi Las	8
2.2.1 Mesin Las.....	8
2.2.2 Perbedaan Mesin Las AC dan DC	10
2.2.3 Jenis Sambungan Las	10
2.2.4 Bentuk Kampuh Las	13
2.3 Elektroda.....	14
2.3.1 Fungsi Elektroda	15
2.3.2 Pemilihan Elektroda.....	15
2.3.3 Kode Elektroda	16
2.4 Jenis-jenis Pengelasan.....	16
2.4.1 Las GTAW.....	16
2.4.1.1 Keuntungan GTAW	19
2.4.1.2 Kelemahan GTAW	20
2.4.1.3 Aplikasi GTAW	20
2.4.2 Las SMAW	21
2.4.2.1 Pemilihan Parameter pengelasan SMAW	22
2.4.2.2 Peralatan Las SMAW	24
2.5 <i>Welding Procedure Specification (WPS)</i>	25
2.5.1 Langkah-Langkah Pembuatan Prosedur WPS	27
2.5.2 Faktor Utama Penyusunan Pengelasan (WPS)	27
2.5.3 Cara Mengkualifikasi Prosedur Pengelasan (WPS).....	28
2.5.4 Code Qualification Recruitment (CQR)	28
2.5.5 Tanggungjawab Welding Inspektor	28

2.5.5.1	Tanggungjawab Dalam Bentuk Kualifikasi.....	28
2.5.5.2	Tanggungjawab Dalam Bentuk Dokumentasi	31
2.6	<i>Procedure Qualification Record (PQR)</i>	31
2.7	Jenis Pengujian.....	33
2.7.1	Uji Tarik.....	33
2.7.2	Uji Bending.....	34
2.7.3	Uji Penetrant	35
2.7.3	Uji Kekerasan	36
2.8	Referensi Penelitian	37
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Metode Eksperimen	40
3.2	Diagram Alir Penelitian	40
3.3	Proses Studi Kasus	42
3.3.1	Spesifikasi Stainless Steel 304.....	42
3.4	Persiapan Alat dan Material.....	43
3.4.1	Alat.....	43
3.4.2	Material	44
3.5	Proses Pelaksanaan Penelitian	44
3.5.1	Pengujian Komposit Material	45
3.5.2	Potongan Material Sesuai Ukuran	45
3.5.3	Proses Beveling Sesuai Ukuran	46
3.5.4	Proses Persiapan Pengelasan.....	46
3.5.5	Proses Pengelasan GTAW dan SMAW	48
3.5.6	Proses Uji Penetrant Material	51
3.5.7	Proses Pembuatan Spesimen Uji.....	52
3.6	Pengujian Tarik dan Bending	58
3.7	Pengujian Kekerasan.....	60
3.8	Data Output	62
3.9	Pelaksanaan Penelitian	66
BAB 4 Hasil Penelitian dan Pembahasan		
4.1	Hasil Penelitian	67
4.2	Hasil Perhitungan Heat input dan Travel Speed	67
4.2.1	Hasil Perhitungan Heat input Variasi 60 amper	68
4.2.1	Hasil Perhitungan Heat input Variasi 100 amper	72
4.2.1	Hasil Perhitungan Heat input Variasi 160 amper	76
4.3	Hasil Inspeksi NDT lasan Pipa 6' Sch 120	80
4.3.1	Uji Penetrant	80
4.4	Hasil Inspeksi DT Lasan Pipa 6" Sch 120	83
4.4.1	Uji Tarik Las Pipa 6" Sch 120	83
4.4.2	Uji Kekerasan Las Pipa 6" Sch 120.....	90
4.4.2	Uji Lengkung Las Pipa 6" Sch 120.....	95
4.5	Hasil Output	97
4.6	Pembahasan	97
BAB 5 Kesimpulan dan Saran		
5.1	Kesimpulan	99
5.2	Saran	100

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Daerah hasil pengelasan	7
Gambar 2.2 Klasifikasi proses pengelasan	8
Gambar 2.3 Mesin las arus AC	9
Gambar 2.4 Mesin las arus DC	9
Gambar 2.5 Jenis-jenis sambungan las	11
Gambar 2.6 Alur sambungan las tumpul	11
Gambar 2.7 Kampuh sambungan tumpul	12
Gambar 2.8 Jenis-jenis kampuh las	13
Gambar 2.9 Mesin Las GTAW	17
Gambar 2.10 <i>Bore Welding</i>	18
Gambar 2.11 Pengelasan <i>tube-to-tubesheet</i>	18
Gambar 2.12 Rootpass dengan GTAW	19
Gambar 2.13 Las SMAW	21
Gambar 2.14 Prinsip kerja perpindahan logam pada proses SMAW	22
Gambar 2.15 Kegiatan Pengelasan SMAW	25
Gambar 2.16 Contoh WPS	30
Gambar 2.17 Three point bending	35
Gambar 3.1 Diagram alir pengujian	41
Gambar 3.2 Kawat Las yang Digunakan	44
Gambar 3.3 Proses Uji Komposit	45
Gambar 3.4 Potongan Pipa	45
Gambar 3.5 Proses Beveling Sesuai Ukuran	46
Gambar 3.6 Peralatan Pengelasan.....	47
Gambar 3.7 Proses Fit Up Pipa.....	48
Gambar 3.8 Pembagian Area Pengelasan	49
Gambar 3.9 Proses Pengelasan GTAW	49
Gambar 3.10 Proses Pengukuran Amper dan Volt	50
Gambar 3.11 Hasil Uji Penetrant Pengelasan GTAW	51
Gambar 3.12 Hasil Uji Penetrant SMAW.....	52
Gambar 3.13 Cara Penetrant	52
Gambar 3.14 Referensi Dimensi Uji Tarik	53
Gambar 3.15 Spesimen Uji Tarik dan Bending	54
Gambar 3.16 Referensi Jumlah Spesimen Uji	56
Gambar 3.17 Spesimen Uji Tarik dan Bending.....	57
Gambar 3.18 Mesin Uji TGarik dan Bending.....	58
Gambar 3.19 Keabsahan Kalibrasi	59
Gambar 3.20 Posisi Spesimen Uji Tarik dan Bending	59
Gambar 3.21 Mesin Uji Kekerasan.....	60
Gambar 3.22 Keabsahan Kalibrasi Mesin	61
Gambar 4.1 Pipa Sebelum Dilakukan Penetrant GTAW	81
Gambar 4.2 Pipa Sebelum Dilakukan Penetrant SMAW	81
Gambar 4.3 Pipa Setelah dilakukan Penetrant GTAW	82
Gambar 4.4 Hasil Pengujian Las SMAW	83
Gambar 4.5 Grafik Uji Kekuatan SS304 Kekuatan Tarik	86
Gambar 4.6 Grafik Uji Kekuatan SS304 Kekuatan Luluh	87

Gambar 4.7 Grafik Uji Kekuatan SS304 Perpanjangan	88
Gambar 4.8 Spesimen Uji Tarik Sebelum Pengujian	89
Gambar 4.9 Spesimen Uji Tarik Saat Pengujian	89
Gambar 4.10 Spesimen Uji Tarik Setelah Pengujian	90
Gambar 4.11 Posisi Titik Pengujian Kekerasan	92
Gambar 4.12 Posisi Titik Pengujian Spesimen Amper 60	92
Gambar 4.13 Posisi Titik Pengujian Spesimen Amper 100	93
Gambar 4.14 Posisi Titik Pengujian Spesimen Amper 160	94
Gambar 4.15 Grafik Nilai Kekerasan Spesimen Amper 60	95
Gambar 4.16 Spesimen Uji Lengkung Sebelum Pengujian	96
Gambar 4.17 Spesimen Uji Lengkung Saat Pengujian	96
Gambar 4.18 Spesimen Uji Lengkung Setelah Pengujian	97

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kelebihan Mesin Las AC dan DC	10
Tabel 2.2 Seleksi Arus	23
Tabel 2.3 Hubungan Diameter Elektroda dengan Arus Pengelasan	23
Tabel 3.1 Komposisi Kimia Stainless Steel 304H	42
Tabel 3.2 Sifat Fisik Stainless Steel 304	42
Tabel 3.3 Sifat Mekanis Stainless Steel 304 H	43
Tabel 3.4 Koefisien dari Ekspansi Termal	43
Tabel 3.5 Ukuran Dimensi Spesimen Uji Tarik	55
Tabel 3.6 Ukuran Dimensi Spesimen Uji Bending.....	55
Tabel 3.7 Contoh Pengambilan Data Pengelasan	62
Tabel 3.8 Contoh Form PQR	63
Tabel 3.9 Contoh Form WPS	65
Tabel 3.10 Contoh Pengambilan Data Uji Tarik	66
Tabel 3.11 Jadwal Kegiatan penelitian	66
Tabel 4.1 Hasil Proses Pengelasan GTAW.....	68
Tabel 4.2 Hasil Proses Pengelasan SMAW	69
Tabel 4.3 Hasil Proses Pengelasan GTAW.....	72
Tabel 4.4 Hasil Proses Pengelasan SMAW	75
Tabel 4.5 Hasil Proses Pengelasan GTAW.....	76
Tabel 4.6 Hasil Proses Pengelasan SMAW	77
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Tarik Untuk Kualitas Kekuatan Tarik.....	85
Tabel 4.8 Hasil Uji Kekerasan Vickers satuan Kg/mm ²	91