

# **SKRIPSI**

## **ANALISIS PENGELASAN GTAW ANTARA *ALLOY* 800 DAN KHR 35CT DENGAN VARIASI GAS *FLOW* *RATE***

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**SAIDI PRATAMA  
03051181621121**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

# **SKRIPSI**

## **ANALISIS PENGELASAN GTAW ANTARA *ALLOY* 800 DAN KHR 35CT DENGAN VARIASI GAS *FLOW* *RATE***

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH:  
SAIDI PRATAMA  
03051181621121**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

# HALAMAN PENGESAHAN

## ANALISIS PENGELASAN GTAW ANTARA *ALLOY* 800 DAN KHR 35CT DENGAN VARIASI GAS *FLOW* *RATE*


SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

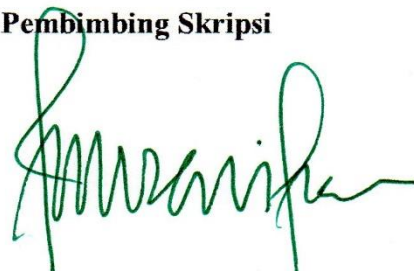
**SAIDI PRATAMA**  
03051181621121

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

  
Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19711225 199702 1 001

Indralaya, Juli 2020

Diperiksa dan disetujui oleh :  
Pembimbing Skripsi

  
Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19790927 200312 1 004

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :  
Diterima Tanggal :  
Paraf :**

**SKRIPSI**

**NAMA : SAIDI PRATAMA  
NIM : 03051181621121  
JUDUL : ANALISIS PENGELOMAN GTAW ANTARA *ALLOY*  
800 DAN KHR 35CT DENGAN VARIASI GAS *FLOW*  
*RATE*  
DIBERIKAN : JULI 2020  
SELESAI : JULI 2020**

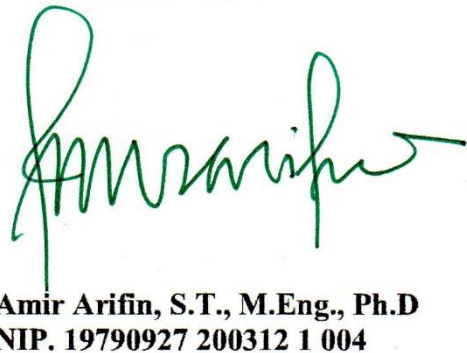
**Inderalaya, Juli 2020**

**Diperiksa dan disetujui oleh :  
Pembimbing Skripsi**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19711225 199702 1 001**



**Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19790927 200312 1 004**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisis Pengelasan GTAW Antara Alloy 800 dan KHR 35CT Dengan Variasi Gas *Flow rate*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 Juli 2020 dan dinyatakan sah untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

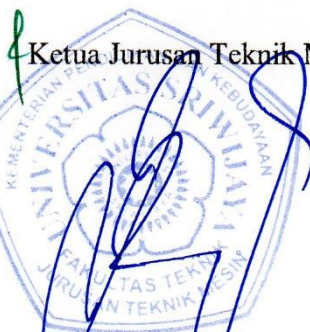
**Ketua :**

1. Ir. Firmansyah Bulian, M.T  
NIP. 195612271988111001

**Anggota :**

1. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 197112251997021001
2. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D  
NIP. 197705072001121001

(  )  
(  )  
(  )

 Ketua Jurusan Teknik Mesin

**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D**  
**NIP. 19711225 199702 1 001**

Pembimbing Skripsi



**Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D**  
**NIP. 19790927 200312 1 004**

# HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Saidi Pratama  
NIM : 03051181621121  
Judul : Analisis Pengelasan GTAW Antara *Alloy* 800 dan KHR 35CT  
Dengan Variasi Gas *Flow rate*

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Juli 2020



Saidi Pratama

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Saidi Pratama

NIM : 03051181621121

Judul : Analisis Pengelasan GTAW Antara Alloy 800 dan KHR 35CT  
Dengan Variasi Gas *Flow rate*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Juli 2020



Saidi Pratama

# KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Allah Subhaanahu wata'aalaa, karena rahmat-Nya penulis dapat melaksanakan penulisan skripsi ini dengan baik.

Skripsi ini kami buat sebagai salah satu syarat menyelesaikan mata kuliah skripsi yang dilakukan oleh penulis. Penulis dalam kesehariannya telah mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak yang turut andil membuat terselesaikannya skripsi ini, serta kritik dan saran yang cukup untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi.

Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Orang tua penulis yang selalu mendukung baik secara lahir maupun batin.
2. Irsyadi Yani, S.T. M.Eng. Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, sekaligus Koordinator Kerja Praktek bidang Material.
3. Amir Arifin, S.T. M.Eng. Ph.D selaku pembimbing skripsi penulis sekaligus Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing akademik penulis dari awal perkuliahan hingga sekarang.
5. Dosen-dosen jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan staf pengajar yang telah membekali penulis dengan ilmu yang berguna sebelum menyusun skripsi ini.
6. Ihsan Asura dan Jaya Rizki Saputra selaku sahabat penulis sekaligus teman diskusi dalam mengerjakan penulisan skripsi ini.
7. Kak Muhammad Fadli Azhari selaku pembimbing selama di PT.Pupuk Sriwidjaja yang telah membekali ilmu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh teman satu angkatan Teknik Mesin 2016.
9. Pihak terkait lainnya yang membantu selesainya skripsi ini.



Akhir kata penulis mengharapkan semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis sebagai semangat meraih masa depan dan semoga dapat bermanfaat bagi masyarakat luas sebagai referensi atau acuan yang dapat membantu. Penulis sadar dalam proses pembuatan skripsi ini masih sangat jauh dari sempurna, oleh karena itu pesan, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis butuhkan dan harapkan dengan segenap kerendahan hati.

Indralaya, Juli 2020

Saidi Pratama

# RINGKASAN

ANALISIS PENGELOAN GTAW ANTARA *ALLOY 800* DAN *KHR 35CT*  
DENGAN VARIASI GAS *FLOW RATE*

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, 17 Juli 2020

Saidi Pratama; Dibimbing oleh Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D

*GTAW WELDING ANALYSIS BETWEEN ALLOY 800 AND KHR 35CT WITH  
VARIATIONS IN GAS FLOW RATE*

XXV + 48 halaman, 6 tabel, 46 gambar, 3 lampiran

## RINGKASAN

Teknologi pengelasan merupakan salah satu perkembangan dari industri inovasi untuk meningkatkan hasil produksi dengan kualitas yang lebih baik. Pesatnya perkembangan dunia perindustrian telah mendorong timbulnya berbagai inovasi dan gagasan yang baru guna menghasilkan berbagai macam produk yang lebih unggul dan memiliki kualitas yang lebih baik khususnya dalam bidang perpipaan dengan berbahankan logam. Perkembangan dibidang pengelasan terbilang sangat pesat dan sangat berpengaruh terhadap aspek keilmuan dunia. Salah satu metode yang sering digunakan untuk pengelasan adalah *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)*, pada pengelasan dengan proses GTAW, panas dihasilkan dari busur yang terbentuk dalam perlindungan *inert gas* (gas mulia) antara elektroda tidak terumpan dengan benda kerja. Pengaplikasian dari pengelasan GTAW biasanya digunakan pada material berjenis aluminium, magnesium, titanium, dan lain sebagainya. Pengelasan pada pengujian kali ini akan menyambungkan antara material *Alloy 800* dengan *KHR 35CT* dengan variasi yang digunakan yaitu gas *flow rate* ketika proses pengelasan. Material ini sering digunakan dalam industri petrokimia, generator uap, dan reformer. Material yang digunakan dapat bekerja pada suhu dan tekanan yang tinggi, sehingga prosedur pengelasan yang akan

diterapkan yaitu mengacu pada *welding procedure specification* (wps) yang telah ditetapkan. Pemilihan *filler* yang cocok dalam melakukan sebuah pengelasan merupakan hal yang penting untuk didapatkannya hasil pengelasan yang bagus serta untuk meminimalisir terjadinya cacat lasan yang mungkin terjadi, *filler* yang digunakan pada penelitian kali ini merupakan *filler* khusus dengan unsur komposisinya berkaitan dengan unsur-unsur pada material yang digunakan. *Filler* tersebut akan menyebabkan terjadinya perubahan dari persentasi kandungan unsur standar awal material yaitu pada unsur pokok antara lain chrom (Cr). Akibat dari perubahan kandungan unsur chrom pada saat pengoperasian selama digunakannya material ataupun pada pengelasan berlangsung dapat menyebabkan terjadi kromium karbida yang menyebabkan persentasi unsur besi (Fe) berkurang dari nilai komposisi standarnya. Kandungan komposisi kimia inilah yang nantinya akan memperengaruhi ukuran butir pada sebuah material, dapat terlihat pada pengujian struktur mikro yang dilakukan. Terlihat di struktur mikro butir-butir terlihat lebih halus dikarenakan adanya unsur niobium (Nb). Niobium (Nb) adalah salah satu unsur yang sangat berperan dalam penghalusan ukuran butir, karena kelarutan niobium dalam austenit relatif lebih kecil dibandingkan unsur lainnya. Tampak juga di struktur mikro adanya struktur penyusun yang terdiri dari fasa austenit, *primary carbide* ( $\text{Cr}_{23}\text{C}_6$ ), *secondary carbide* (NbC), dan juga adanya kekosongan ruang atau *void* yang belum terlalu parah. Pada penelitian ini penulis menggunakan beberapa pengujian untuk menganalisis sifat mekanik dan mikrostruktur dari hasil pengelasan, seperti pengujian Metalografi (*Optical Microscope*), XRF, XRD, dan pengujian Kekerasan.

**Kata Kunci:** *Pengelasan GTAW, Flow Rate, Struktur Mikro, Sifat Mekanik, Alloy 800, KHR 35CT*

# SUMMARY

GTAW WELDING ANALYSIS BETWEEN ALLOY 800 AND KHR 35CT  
WITH VARIATIONS IN GAS FLOW RATE

Scientific writing in the form of Thesis, July 17<sup>th</sup>, 2020

Saidi Pratama; Supervised of Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D

*ANALISIS PENGELASAN GTAW ANTARA ALLOY 800 DAN KHR 35CT  
DENGAN VARIASI GAS FLOW RATE*

XXV + 48 pages, 6 tables, 46 igames, 3 attachment

## SUMMARY

Welding technology is one of the developments of the innovation industry to improve production results with better quality. The rapid development of the industrial world has led to the emergence of various innovations and new ideas in order to produce a variety of products that are superior and have better quality, especially in the field of metal-based piping. The development in the field of welding is fairly rapid and very influential on the scientific aspects of the world. One method that is often used for welding is Gas Tungsten Arc Welding (GTAW), in welding with the GTAW process, heat is generated from arcs that are formed in the protection of inert gas (noble gas) between electrodes not fed with the workpiece. The application of GTAW welding is typically used in materials of aluminum, magnesium, titanium, and so on. The welding in this test will connect the Alloy 800 material with the KHR 35CT with the variation used, which is the gas flow rate during the welding process. This material is often used in the petrochemical industry, steam generators, and reformers. The material used can work at high temperatures and pressures, so the welding procedure to be applied is referring to the specified welding procedure specification (wps). The selection of suitable fillers in conducting a welding is important to get good welding results and

to minimize the occurrence of weld defects that may occur, the filler used in this study is a special filler with the composition of elements related to the elements in the material used . The filler will cause a change in the percentage of the initial standard material content of the material, namely the main elements such as chromium (Cr). As a result of changes in the content of the chromium during operation during use of the material or during welding can cause chromium carbide to occur which causes the percentage of iron (Fe) is reduced from the value of the standard composition. The content of this chemical composition which will affect the size of the grains in a material, can be seen in microstructure testing conducted. Seen in the micro structure the grains look smoother because of the element niobium (Nb). Niobium (Nb) is one of the elements that is very instrumental in the refinement of grain size, because the solubility of niobium in austenite is relatively smaller than other elements. Also visible in the microstructure are the constituent structures consisting of austenite phase, primary carbide ( $\text{Cr}_{23}\text{C}_6$ ), secondary carbide ( $\text{NbC}$ ), and also the presence of void spaces or voids that have not been too severe. In this study the authors used several tests to analyze the mechanical and microstructural properties of the welding results, such as Metallographic testing (Optical Microscope), XRF, XRD, and Hardness testing.

**Keywords:** *GTAW Welding, Flow Rate, Micro Structure, Mechanical Properties, Alloy 800, KHR 35CT*

# DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	xix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xxi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xxiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xxv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.2 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Metode Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pengelasan.....	5
2.2 Klasifikasi Pengelasan.....	6
2.3 Pengelasan Cair.....	7
2.3.1 <i>Gas Tungsten arc welding (GTAW)</i> .....	7
2.3.1.1 Kelebihan Pengelasan GTAW.....	9
2.3.1.2 Kekurangan Pengelasan GTAW .....	9
2.4 Elektroda Tungsten .....	9
2.5 Rumusan Masalah.....	13
2.6 Sifat-Sifat Penting Material .....	14
2.7 <i>High Performance Modification (HP MOD)</i> .....	15
2.8 Unsur-Unsur Paduan .....	15
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	19
3.2 Studi Literatur.....	20
3.3 Persiapan Alat dan Bahan .....	20
3.3.1 Persiapan Alat.....	20
3.3.2 Persiapan Bahan .....	20
3.4 Proses Pengelasan Terhadap Spesimen .....	21

3.5	Pengujian.....	22
3.5.1	Pemeriksaan Dengan Menggunakan Mikroskop Optik .....	22
3.5.2	Pengujian Kekerasan.....	23
3.5.3	Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	25
3.5.4	Pengujian <i>X-Ray Fluoresence</i> (XRF).....	25
3.6	Analisa dan Pengolahan Data.....	26
3.7	Hasil yang Diharapkan .....	26
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Pengujian <i>X-Ray Fluoresence</i> (XRF).....	27
4.2	Proses Pengelasan.....	28
4.2.1	Parameter Pengelasan GTAW untuk Material <i>Alloy 800</i> dan KHR 35CT.....	30
4.2.2	Data Awal .....	30
4.2.3	Proses Pengelasan <i>Alloy 800 (Annealing)</i> dengan KHR 35CT ( <i>Annealing</i> ) <i>Flow Rate</i> 6L/min .....	31
4.2.4	Proses Pengelasan <i>Alloy 800 (Annealing)</i> dengan KHR 35CT ( <i>Annealing</i> ) <i>Flow Rate</i> 9L/min .....	32
4.2.5	Proses Pengelasan <i>Alloy 800 (Normalizing)</i> dengan KHR 35CT ( <i>Non Treatment</i> ) <i>Flow Rate</i> 6L/min.....	32
4.3	Pengujian Metalografi .....	35
4.4	Pengujian Kekerasan .....	39
4.5	Pengujian XRD .....	45
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	47
5.2	Saran .....	48
DAFTAR RUJUKAN .....		i
LAMPIRAN .....		i

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.a	Skema Peralatan yang Dipakai Dalam GTAW (Munitz, Stern, Cotler, & Kohn, 2001).....	8
Gambar 2.1.b	<i>Weld Pool</i> pada GTAW (Munitz, Stern, & Kohn, 2001) .....	8
Gambar 2.2	Pengaruh Kecepatan Pengelasan (Khidhir & Baban, 2019)....	10
Gambar 2.3	Daerah Lasan (Sireesha et al., 2000).....	14
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 3.2.a	Material <i>Alloy 800</i> .....	21
Gambar 3.2.b	Material KHR 35CT .....	21
Gambar 3.3	Spesifikasi <i>Filler Rod</i> .....	21
Gambar 3.4	Alat Uji Kekerasan Vickers .....	23
Gambar 3.5.a	Spesimen dengan <i>Flow rate 6L/min</i> .....	24
Gambar 3.5.b	Spesimen dengan <i>Flow rate 9L/min</i> .....	24
Gambar 3.5.c	Spesimen dengan <i>Flow rate 6L/min</i> .....	24
Gambar 3.6	Alat Uji <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	25
Gambar 3.7	<i>Portable X-Ray Fluorescence Analyzer Niton XL 2</i> .....	26
Gambar 4.1.a	Hasil Uji XRF <i>Alloy 800</i> .....	27
Gambar 4.1.b	Hasil Uji XRF KHR 35CT .....	27
Gambar 4.2	Mesin Las PANA-TIG TSP 500 .....	29
Gambar 4.3	Proses Pengelasan <i>Alloy 800 (Annealing)</i> dengan KHR 35CT ( <i>Annealing</i> ) <i>Flow Rate 6L/min</i> .....	31
Gambar 4.4	Proses Pengelasan <i>Alloy 800 (Annealing)</i> dengan KHR 35CT ( <i>Annealing</i> ) <i>Flow Rate 9L/min</i> .....	32
Gambar 4.5	Proses Pengelasan <i>Alloy 800 (Normalizing)</i> dan KHR 35CT ( <i>Non Treatment</i> ).....	33
Gambar 4.6.a	Hasil Pengelasan An+An 6L/min.....	33
Gambar 4.6.b	Hasil Pengelasan An+An 9L/min.....	33
Gambar 4.6.c	Hasil Pengelasan Nm+Nt 6L/min.....	33
Gambar 4.7.a	Hasil Potongan An+An 6L/min.....	34



Gambar 4.7.b	Hasil Potongan An+An 9L/min .....	34
Gambar 4.7.c	Hasil Potongan Nm+Nt 6L/min .....	34
Gambar 4.8	Spesimen Uji Metalografi .....	35
Gambar 4.9.a	Logam Induk Alloy 800 500x .....	36
Gambar 4.9.b	Logam Induk Alloy 800, HAZ, Fusion Zone 500x.....	36
Gambar 4.9.c	Fusion Zone, HAZ, Logam Induk KHR 35CT 200x .....	36
Gambar 4.9.d	Logam Induk KHR 35CT 200x .....	36
Gambar 4.10.a	Logam Induk Alloy 800 500x .....	37
Gambar 4.10.b	Logam induk Alloy 800, HAZ, Fusion Zone 500x .....	37
Gambar 4.10.c	Fusion Zone, HAZ, Logam Induk KHR 35CT 500x .....	37
Gambar 4.10.d	Logam Induk KHR 35CT 200x .....	37
Gambar 4.11.a	Logam induk Alloy 800 500x .....	37
Gambar 4.11.b	Logam induk Alloy 800, HAZ, Fusion Zone 500x.....	37
Gambar 4.11.c	Fusion Zone, HAZ, Logam induk KHR 35CT 200x .....	37
Gambar 4.11.d	Logam induk KHR 35CT 200x.....	37
Gambar 4.12	Spesimen Uji Kekerasan .....	40
Gambar 4.13	Grafik Nilai Kekerasan Vickers Spesimen (a).....	41
Gambar 4.14	Grafik Nilai Kekerasan Vickers Spesimen (b).....	41
Gambar 4.15	Grafik Nilai Kekerasan Vickers Spesimen (c).....	42
Gambar 4.16	Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan Annealing+Annealing 6L/min, Annealing+Annealing 9L/min dengan Material Awal	42
Gambar 4.17	Hasil Pengujian XRD Sampel Alloy 800 .....	45
Gambar 4.18	Hasil Pengujian XRD Sampel KHR 35CT .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Variabel proses pengelasan GTAW untuk baja karbon .....	12
Tabel 4.1	Komposisi <i>Alloy</i> 800.....	28
Tabel 4.2	Komposisi KHR 35CT .....	28
Tabel 4.3	Parameter Pengelasan GTAW <i>Alloy</i> 800 dan KHR 35CT.....	30
Tabel 4.4	Data Awal <i>Alloy</i> 800.....	30
Tabel 4.5	Data Awal KHR 35CT .....	31

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil dari Alat <i>Recorder Heat Treatment</i> .....	i
Lampiran 2. Panduan <i>Weldability Test</i> Standar <i>Manoir Industries</i> .....	iii
Lampiran 3. Paduan Proses Pengelasan .....	iv

# ANALISIS PENGELASAN GTAW ANTARA ALLOY 800 DAN KHR 35CT DENGAN VARIASI GAS FLOW RATE

Saidi Pratama<sup>(1)</sup>, Amir Arifin, S.T., M.T., Ph.D<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang - Prabumulih KM 32, Ogan Ilir, Sumatera Selatan.


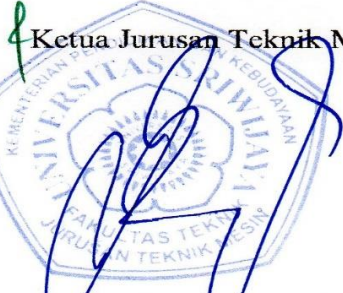
Email: [saidipratama12@gmail.com](mailto:saidipratama12@gmail.com) [amir@unsri.ac.id](mailto:amir@unsri.ac.id)

## Abstrak

Teknologi pengelasan merupakan salah satu perkembangan dari industri inovasi untuk meningkatkan hasil produksi dengan kualitas yang lebih baik. Pesatnya perkembangan dunia perindustrian telah mendorong timbulnya berbagai inovasi dan gagasan yang baru guna menghasilkan berbagai macam produk yang lebih unggul dan memiliki kualitas yang lebih baik khususnya dalam bidang perpipaan dengan berbahakan logam. Perkembangan dibidang pengelasan terbilang sangat pesat dan sangat berpengaruh terhadap aspek keilmuan dunia. Salah satu metode yang sering digunakan untuk pengelasan adalah *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)*, pada pengelasan dengan proses GTAW, panas dihasilkan dari busur yang terbentuk dalam perlindungan *inert gas* (gas mulia) antara elektroda tidak terumpun dengan benda kerja. Pengaplikasian dari pengelasan GTAW biasanya digunakan pada material berjenis aluminium, magnesium, titanium, dan lain sebagainya. Pengelasan pada pengujian kali ini akan menyambungkan antara material Alloy 800 dengan KHR 35CT dengan variasi yang digunakan yaitu *gas flow rate* ketika proses pengelasan. Material ini sering digunakan dalam industri petrokimia, generator uap, dan reformer. Pemilihan *filler* yang cocok dalam melakukan sebuah pengelasan merupakan hal yang penting untuk didapatkannya hasil pengelasan yang bagus serta untuk meminimalisir terjadinya cacat lasan yang mungkin terjadi, *filler* yang digunakan pada penelitian kali ini merupakan *filler* khusus dengan unsur komposisinya berkaitan dengan unsur-unsur pada material yang digunakan. Pada penelitian ini penulis menggunakan beberapa pengujian untuk menganalisis sifat mekanik dan mikrostruktur dari hasil pengelasan, seperti pengujian Metalografi (*Optical Microscope*), XRF, XRD, dan pengujian Kekerasan.

Kata Kunci: *Pengelasan GTAW, Flow Rate, Struktur Mikro, Sifat Mekanik, Alloy 800, KHR 35CT.*

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19711225 199702 1 001

Pembimbing Skripsi



Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19790927 200312 1 004

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pesatnya perkembangan dunia perindustrian telah mendorong timbulnya berbagai inovasi dan gagasan yang baru guna menghasilkan berbagai macam produk yang lebih unggul dan memiliki kualitas yang lebih baik khususnya dalam bidang perpipaan dengan berbahankan logam. Dalam industri inovasi sangat diperlukan untuk menjaga dan meningkatkan hasil produksi sehingga pemanfaatan dan penerapan teknologi merupakan hal yang mutlak dilakukan, seperti halnya teknologi pengelasan. Pengelasan (*welding*) adalah teknik penggabungan logam yang menciptakan koneksi berkelanjutan dengan melelehkan logam induk dan logam pengisi tertentu dengan atau tanpa tekanan, dengan atau tanpa penguat logam (Kim *et al.*, 2019).

*Gas tungsten arc welding* (GTAW) adalah salah satu metode yang sering digunakan untuk pengelasan. Ketika pengelasan dilakukan menggunakan proses GTAW, panas yang dihasilkan oleh busur dibentuk oleh gas lembam pelindung (*rare gas*), yang tidak disediakan benda kerja terlindung di antara elektroda. GTAW melelehkan area benda kerja di bawah busur, sedangkan elektroda tungsten itu sendiri tidak meleleh (Naffakh, Shamanian and Ashrafizadeh, 2008). Diharapkan bahwa *gas inert* yang memberikan perlindungan selama proses pengelasan dapat meminimalkan masuknya elemen eksternal (oksigen, hidrogen, dan nitrogen) .Untuk hasil terbaik, gunakan gas inert dengan kemurnian gas 99,99% untuk mendapatkan efek pengelasan yang baik. Ikuti prosedur di bawah ini yang diinginkan.

Pemilihan filler yang cocok dalam pengelasan merupakan hal yang penting untuk didapakkannya hasil pengelasan yang bagus untuk meminimalisir terjadinya cacat lasan yang mungkin terjadi, walaupun cacat lasan sangat mungkin terjadi

karena beberapa faktor yang mempengaruhi. Pada pengujian ini penulis menggunakan material KHR 35CT yang akan disambungkan dengan *Alloy 800* dengan variasi *flow rate* ketika proses pengelasan, material ini sering digunakan dalam industri petrokimia, generator uap, dan reformer. Material ini dapat bekerja pada suhu dan tekanan yang tinggi, sehingga menuntut hasil lasan yang diperoleh baik dan memenuhi standar pelayanan yang ditetapkan.

Pada penelitian ini penulis menggunakan beberapa pengujian untuk menganalisis sifat mekanik dan mikrostruktur dari hasil pengelasan, seperti pengujian Metalografi (*Optical Microscope*), XRF, XRD, Uji Kekerasan.

## **1.2 Rumusan Masalah (*Problem Statement*)**

Permasalahan pada penelitian ini berfokus pada hasil penyambungan dua material yaitu pengelasan material KHR 35CT dengan *Alloy 800* menggunakan metode las GTAW. Pada hasil pengelasan sering terdapat hasil akhir las yang kurang memuaskan, biasa ditunjukkan dari pengujian struktur mikro yang menyebabkan penurunan kualitas dari material. Dengan penggunaan metode GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) diharapkan kedua material tersebut dapat disatukan untuk mendapatkan material yang lebih baik dan hemat biaya. Penyambungan material ini akan diteliti tentang struktur mikro dan kekerasan yang dihasilkannya.

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, antara lain :

1. Metode penyambungan yang digunakan menggunakan metode (*Gas Tungsten Arc Welding*) GTAW
2. Pengujian *Non Destructive Test* (NDT) yang akan dilakukan :

- Metalografi (*Optical Microscope*)
  - *X-Ray Diffraction* (XRD)
  - *X-Ray Fluorescence* (XRF)
3. Pengujian *Destructive Test* (DT) yang akan dilakukan :
- *Vickers Test*

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis hasil pengelasan material *Alloy 800* dengan KHR 35CT pada daerah sambungan lasan, HAZ, dan logam induk terhadap struktur mikro dan kekerasan yang dihasilkan.
2. Membandingkan efek variasi *flow rate* terhadap struktur mikro dan sifat mekanik.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dapat memberikan kontribusi serta kebermanfaatan pada ilmu pengetahuan yang berkaitan tentang pengelasan dengan menggunakan metode *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW).
2. Dapat menganalisis struktur mikro, dan kekerasan yang dihasilkan pada daerah sambungan.
3. Karya tulis ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara teoritis, sekurang-kurangnya dapat berguna sebagai sumbangan pemikiran dunia pendidikan.

4. Memberikan kontribusi atau pengetahuan kepada mahasiswa teknik mesin khususnya dan civitas akademika tentang hasil sambungan pengelasan menggunakan metode *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)*.

## 1.6 Metode Penelitian

Penulis menggunakan beberapa sumber yang digunakan dalam proses pembuatan skripsi ini, yaitu :

1. Literatur

Mempelajari dan mengambil data dari berbagai literatur, jurnal, referensidan media elektronik. Pengujian Laboratorium.

2. Eksperimental

Melakukan percobaan dan penelitian untuk mendapatkan sample uji beserta data-data dilapangan hingga melakukan pengujian dan mengambil data dilaboratorium.



## DAFTAR RUJUKAN

- Abbasi, M., Park, I., Ro, Y., Nam, J., Ji, Y., & Kim, J. (2018). Microstructural evaluation of welded fresh-to-aged reformer tubes used in hydrogen production plants. *Engineering Failure Analysis*, 92(June), 368–377.
- Abson, D.J. dan Pargeter, R.J., 1986. Factors Influencing Strength, Microstructure and Toughness of as Deposited Manual Metal Arc Welds Suitable for C- Mn Steel Fabrications. *International Metal Reviews*, vol.31, No.4, 141- 193.
- Brear, J., & Whittaker, M. T. (2016). *Creep Fracture of Centrifugally-cast HK40 Tube Steel*. (June).
- Haro, S. R., López, D. L., Velasco, A. T., & Viramontes, R. B. (2000). *Microstructural factors that determine the weldability of a high Cr-high Si HK 40 alloy*. 66, 90–96.
- Hosseini, H. S., Shamanian, M., & Kermanpur, A. (2011). Characterization of microstructures and mechanical properties of Inconel 617 / 310 stainless steel dissimilar welds. *Materials Characterization*, 62(4), 425–431.
- Jin, F., Sattar, F., Razul, S. G., & Goh, D. Y. T. (2007). Discrimination of respiratory sounds based on a new adaptive function. *2007 6th International Conference on Information, Communications and Signal Processing, ICICS*, 8(1), 721–729.
- Jin, J., & Kwon, S. (2010). Fabrication and performance test of catalytic micro-combustors as a heat source of methanol steam reformer. *International Journal of Hydrogen Energy*, 35(4), 1803–1811.
- Juliaptini, D. (2010). Analisis Sifat Mekanik dan Metalografi Baja Karbon Rendah untuk Aplikasi Tabung Gas 3 KG.
- Khidhir, G. I., & Baban, S. A. (2019). Efficiency of dissimilar friction welded 1045 medium carbon steel and 316L austenitic stainless steel joints. *Integrative Medicine Research*, (x x), 1–7.

- Kim, H., Shin, J., Kong, B. S., Hong, S., Oh, S., Hong, J., ... Lee, S. (2019). Effects of heat treatment on mechanical properties and sensitization behavior of materials in dissimilar metal weld. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*.
- Lee, H. T. (2004). *Dissimilar welding of nickel-based Alloy 690 to SUS 304L with Ti addition*. 335, 59–69.
- Makhdoom, M. A., Ahmad, A., Kamran, M., Abid, K., & Haider, W. (2017). US CR. *Surfaces and Interfaces*.
- Martanto, Andri Eko, N. (2012). Pengaruh Pengelasan GTAW Dengan Variasi Arus Pada SS201 Terhadap Uji Kekerasan, Uji Komposisi Kimia, dan Uji Impact *Andri eko martanto*. 1–20.
- Mesin, J. T., Teknik, F., Maarif, U., Latif, H., & Megare, J. N. (2016). *Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan GTAW pada Material Plat SS 400 Disambung Dengan Material Plat SUS 304 Terhadap Sifat Mekanis*.
- Munitz, A., Cotler, C., Stern, A., & Kohn, G. (2001). *Mechanical properties and microstructure of gas tungsten arc welded magnesium AZ91D plates*. 302, 68–73.
- Naffakh, H., Shamanian, M. and Ashrafizadeh, F. (2008) ‘Dissimilar welding of AISI 310 austenitic stainless steel to nickel-based alloy Inconel 657’, 9, pp. 3628–3639. doi: 10.1016/j.jmatprotec.2008.08.019.
- Parekke, S., Leonard, J., & Muchsin, A. H. (2014). Pengaruh Pengelasan Logam Berbeda (AISI 1045) dengan (AISI 316L) terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro. *J. Sains & Teknologi*, 3(2), 191–198.
- Putri, F. (2012). Pengaruh Besar Arus Listrik Dan Panjang Busur Api Terhadap Hasil Pengelasan. *Austenit*, 1(02), 1–6.
- Rampat, K., & Maharaj, C. (2019). Creep embrittlement in aged HP-Mod alloy reformer tubes. *Engineering Failure Analysis*, 100(February), 147–165.
- Sathish, R., Naveen, B., Nijanthan, P., Geethan, K. A. V., Seshagiri, V., International, R., ... Seshagiri, V. (2012). *Weldability and Process Parameter*

*Optimization of Dissimilar Pipe Joints Using GTAW. 2(3), 2525–2530.*

Series, I. O. P. C., & Science, M. (2019). *Microstructural and mechanical properties of dissimilar Al-Ti joints prepared by GTAW welding-brazing*  
*Microstructural and mechanical properties of dissimilar Al-Ti joints prepared by GTAW welding-brazing.*

Setiawan, A., & Yuli, A. (2012). *Analisa Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Daerah Las dan HAZ Hasil Pengelasan Sumerged Arc Welding pada Baja SM 490.*

Setyowati, V. A. (2011). Pengaruh Pengelasan TIG pada Stainless Steel 304 dan 304L terhadap Sifat Mekanik, Karakterisasi XRD, dan EDX sebagai Material Pressure Vessel. *Jurnal Teknik Mesin, 7(2), 2011.*

Sharma, P., & Dwivedi, D. K. (2019). A-TIG welding of dissimilar P92 steel and 304H austenitic stainless steel : Mechanisms , microstructure and mechanical properties. *Journal of Manufacturing Processes, 44(May), 166–178.*

Sireesha, M., Shankar, V., Albert, S. K., & Sundaresan, S. (2000). *Microstructural features of dissimilar welds between 316LN austenitic stainless steel and alloy 800. 292, 74–82.*

Sujatno, A., Salam, R., & Dimiyati, A. (2015). *STUDI SCANNING ELECTRON MICROSCOPY ( SEM ) UNTUK KARAKTERISASI PROSES OXIDASI PADUAN ZIRKONIUM. 9(November), 44–50.*

Takamura, H., Ogawa, M., Suehiro, K., Takahashi, H., & Okada, M. (2008). *Fabrication and characteristics of planar-type methane reformer using ceria-based oxygen permeable membrane. 179, 1354–1359.*

Thamaphat, K., Limsuwan, P., & Ngotawornchai, B. (2008). *Phase Characterization of TiO<sub>2</sub> Powder by XRD and TEM. 361, 357–361.*

Trihutomo, P. (2014). Pengaruh Proses Annealing Pada Hasil Pengelasan. *JURNAL TEKNIK MESIN, (1), 81–88.*