

# **SKRIPSI**

## **ANALISA HASIL METODE *SOLUTION ANNEALING* DAN *NORMALIZING* TERHADAP KEMAMPULASAN PADA MATERIAL *ALLOY 800***

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



**JAYA RIZKI SAPUTRA S  
03051281621043**

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

# **SKRIPSI**

## **ANALISA HASIL METODE *SOLUTION ANNEALING* DAN *NORMALIZING* TERHADAP KEMAMPULASAN PADA MATERIAL *ALLOY 800***

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



**OLEH :  
JAYA RIZKI SAPUTRA S  
03051281621043**

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

# HALAMAN PENGESAHAN

## ANALISA HASIL METODE *SOLUTION ANNEALING* DAN *NORMALIZING* TERHADAP KEMAMPULASAN PADA MATERIAL *ALLOY 800*

### SKRIPSI

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

Oleh:

**JAYA RIZKI SAPUTRA S**  
03051281621043

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

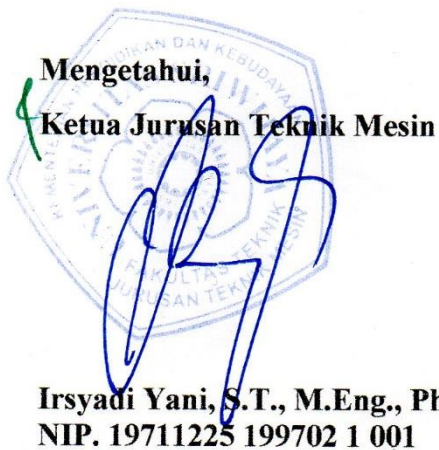
**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

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

**SKRIPSI**

**NAMA : JAYA RIZKI SAPUTRA S  
NIM : 03051281621043  
JUDUL : ANALISA HASIL METODE *SOLUTION ANNEALING*  
DAN *NORMALIZING* TERHADAP KEMAMPULASAN  
PADA MATERIAL *ALLOY 800*  
DIBERIKAN : NOVEMBER 2019  
SELESAI : JULI 2020**

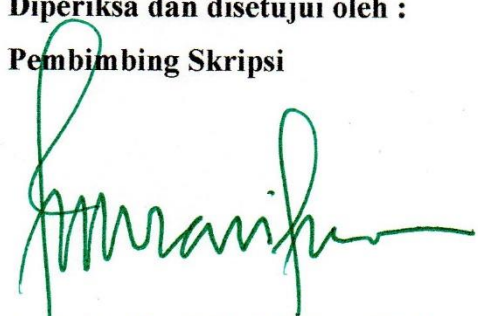
**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**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**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisa Hasil Metode *Solution Annealing* dan *Normalizing* Terhadap Kemampuan pada Material *Alloy 800*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 Juli 2020.

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

### Ketua :

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


(.....)



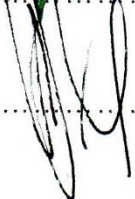
### Anggota :

2. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D  
NIP. 19770507 200112 1 001
3. Ir. Firmansyah Burlian, M.T  
NIP. 19561227 198811 1 001

(.....)



(.....)



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 PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Jaya Rizki Saputra S

NIM : 03051281621043

Judul : Analisa Hasil Metode *Solution Annealing* dan *Normalizing*  
Terhadap Kemampulan pada Material *Alloy 800*

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



Jaya Rizki Saputra S

# HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Jaya Rizki Saputra S  
NIM : 03051281621043  
Judul : Analisa Hasil Metode *Solution Annealing* dan *Normalizing*  
Terhadap Kemampulasan pada Material *Alloy 800*

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



Jaya Rizki Saputra S

# KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan juga karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisa Hasil Metode *Solution Annealing* dan *Normalizing* Terhadap Kemampuan pada Material *Alloy 800*”. Skripsi ini penulis buat sebagai salah satu syarat menyelesaikan mata kuliah yang ditempuh. Penulis dalam kesehariannya telah mendapat banyak bantuan, kritik dan saran yang cukup untuk menyelesaikan skripsi.

Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
2. Amir Arifin, S.T., M.Eng. Ph.D selaku dosen pembimbing dan selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Qomarul Hadi, S.T.,M.T selaku pembimbing Akademik.
4. H. Saleansyah S.H dan Hj. Emi Azora S.P., M.P orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan dalam do’a maupun materil.
5. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D selaku Pembina Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. M. Fadli dan Mamat selaku pembimbing pelaksanaan penelitian di PT. Pupuk Sriwidjaja.
7. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembelajaran khususnya pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Juni 2020

Jaya Rizki Saputra S



# RINGKASAN

ANALISA HASIL METODE *SOLUTION ANNEALING* DAN *NORMALIZING* TERHADAP KEMAMPULASAN PADA MATERIAL *ALLOY 800*

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, Juli 2020

Jaya Rizki Saputra S ; Dibimbing oleh Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.

ANALYSIS METHOD OF *SOLUTION ANNEALING* AND *NORMALIZING* ON THE WELDABILITY OF MATERIAL *ALLOY 800*

XVI + 64 halaman, 2 tabel, 39 gambar, 2 Lampiran

## RINGKASAN

*Alloy 800* digunakan pada komponen *Outlet manifold bottom header* (OMBH) yang berada didalam *primary reformer* PT. Pupuk Sriwidjaja. Komponen ini telah beroperasi pada temperatur dan tekanan yang tinggi dalam waktu yang relatif lama. Proses operasi yang lama mengakibatkan terjadinya penurunan sifat mekanik dan kemampuan pada material *alloy 800*. Perlakuan panas memiliki pengaruh terhadap kemampuan dan sifat mekanik pada suatu material. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil dari metode perlakuan panas *solution annealing* dan *normalizing* terhadap kemampuan material *alloy 800*. Analisa dilakukan dengan rangkaian pengujian yang meliputi pengujian XRF, *dye penetrant test*, *weldability test*, kekerasan, XRD, dan metalografi. Pada pengujian *weldability test* mengacu pada standar yang ditetapkan oleh *manoir industries*. Hasil pengujian *weldability test* sebelum dilakukannya perlakuan panas terdapat indikasi adanya *crack* yang muncul akibat pengaruh panas pengelasan dipermukaan. Setelah dilakukannya proses *solution annealing* dan *normalizing*, pada hasil *weldability test* menunjukkan terjadinya pengurangan *crack* secara signifikan pada permukaan. Pengurangan terjadinya *crack* didasari oleh adanya perubahan tegangan sisa akibat dari proses perlakuan panas yang ditunjukkan oleh adanya pergeseran puncak pada hasil pengujian XRD. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan adanya peningkatan nilai kekerasan di bagian *fusion zone* akibat dari penambahan

unsur paduan yang baru dari *filler rod*. Pada pengamatan yang dilakukan menggunakan *optical microscope* menunjukkan indikasi *crack* pada hasil *weldability test* merupakan *micro crack* yang berasal dari besarnya tegangan sisa sehingga mempengaruhi *void* untuk saling terhubung. Hasil penelitian menyatakan bahwa pengaruh dari *solution annealing* dan *normalizing* dapat mengurangi tegangan sisa secara signifikan sehingga indikasi *crack* setelah proses *weldability test* berkurang.

Kata Kunci: *weldability, Alloy 800, OMBH, solution annealing, normalizing*

# SUMMARY

ANALYSIS METHOD OF SOLUTION ANNEALING AND NORMALIZING ON THE WELDABILITY OF MATERIAL ALLOY 800

Scientific writing in the form of Thesis, July , 2020

Jaya Rizki Saputra S; Supervised of Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.

ANALISA HASIL METODE *SOLUTION ANNEALING* DAN *NORMALIZING* TERHADAP KEMAMPULASAN PADA MATERIAL *ALLOY 800*

XVI + 64 pages, 2 tables, 39 images, 2 attachment

## SUMMARY

Alloy 800 is used in the Outlet bottom header (OMBH) manifold component inside the primary reformer at Pupuk Sriwidjaja Company. This component has been operating at high temperatures and pressures for a long time. Due to the long operation process, there is a decrease in mechanical properties and weldability in the 800 alloy material. The heat treatment has an influence on the weldability and mechanical properties of a material. This study was conducted to analyze the influence of the heat treatment with solution annealing and normalizing method to the weldability of alloy 800. The analysis carried out by the series of tests which include XRF testing, dye penetrant testing, weldability testing, hardness testing, XRD testing and metallography testing. In the weldability test, it refers to the standards made by manoir industries. Weldability test results before the heat treatment is carried out there are indications of cracks that appear due to the influence of the welding heat on the surface. After the annealing and normalizing solution process, the weldability test results showed a significant reduction in cracks on the surface. The reduction of the occurrence of crack based on the existence of residual stress changes as a result of the heat treatment process shown by the shift in the peak in the XRD test results. The hardness test results showed an increase

in the value of hardness in the fusion zone due to the addition of new alloying elements from the filler rod. The observations made using an optical microscope show the indication of crack in the results of weldability test is a micro crack derived from the amount of residual stress so that it affects voids to connect to each other. The results of the study stated that the effect of annealing and normalizing solutions can reduce the residual stress significantly so that the indication of crack after the weldability test is reduced.

Keywords: *weldability, Alloy 800, OMBH, solution annealing, normalizing*

# DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	xxi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xxiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xxv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Teknologi Pengelasan.....	5
2.2 Klasifikasi Pengelasan.....	5
2.3 Pengelasan Cair.....	6
2.4 <i>Gas Tungsten Arc Welding</i> .....	7
2.5 Metalurgi Las.....	8
2.5.1 <i>Fusion Zone</i> .....	9
2.5.2 <i>Partially Melted Zone</i> .....	10
2.5.3 <i>Heat Affected Zone</i> .....	11
2.5.4 <i>Base Metal</i> .....	12
2.6 <i>Weldability</i> .....	13
2.7 Baja.....	14
2.7.1 Baja Paduan.....	14
2.7.2 Pengaruh Unsur Paduan.....	16
2.8 <i>Alloy 800</i> .....	18
2.9 <i>Heat Treatment</i> .....	19
2.9.1 <i>Annealing</i> .....	21
2.9.2 <i>Hardening</i> .....	21
2.9.3 <i>Normalizing</i> .....	22
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	23
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
3.2 Persiapan Pembuatan Spesimen.....	24

3.3	Alat dan Bahan Penelitian .....	24
3.3.1	Alat .....	24
3.3.2	Bahan.....	25
3.4	Prosedur Pelaksanaan Penelitian .....	26
3.4.1	<i>Weldability Test</i> .....	26
3.4.2	Perlakuan Panas.....	28
3.4.3	Pengujian <i>Dye Penetrant</i> .....	30
3.4.4	Pengujian XRF .....	32
3.4.5	Pengujian Kekerasan .....	32
3.4.6	Pengujian Metalografi .....	34
3.4.7	Pengujian XRD.....	35
<b>BAB 4</b>	<b>PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1	Hasil Pengujian Komposisi Kimia.....	37
4.2	Hasil Pengujian <i>Dye Penetrant</i> .....	38
4.3	Hasil <i>Weldability Test</i> .....	41
4.3.1	<i>Weldability Test</i> Sebelum Perlakuan Panas.....	44
4.3.2	<i>Weldability Test</i> Setelah Perlakuan Panas.....	46
4.4	Hasil Pengujian Kekerasan.....	49
4.5	Hasil Pengujian XRD .....	54
4.6	Hasil Pengujian Metalografi.....	58
4.6.1	Hasil Pengamatan <i>Optical Microscope</i> .....	59
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>63</b>
5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran .....	64
	<b>DAFTAR RUJUKAN.....</b>	<b>i</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>i</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Pengelasan (Harsono et al., 2019) .....	6
Gambar 2.2 Las Busur dengan <i>Non-consumable Electrode</i> (Parekke, 2017).....	7
Gambar 2.3 Metalurgi Las .....	9
Gambar 2.4 Struktur Mikro di <i>Fusion Zone</i> pada Baja Karbon (Lippold, 2015) ..	10
Gambar 2.5 Pembentukan PMZ pada <i>Stainless Steel</i> tipe 304 (Lippold, 2015)....	11
Gambar 2.6 Hubungan antara Diagram Fasa Fe- Fe <sub>3</sub> C (Lippold, 2015) .....	12
Gambar 2.7 Struktur Mikro <i>Alloy 800</i> (Kumar and Sathiya, 2017).....	19
Gambar 2.8 Siklus Termal Heat Treatment (Kalyankar and Chudasama, 2018) ..	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	23
Gambar 3.2 (a) Dimensi <i>Outlet Manifold Bottom Header</i> , (b) Komponen <i>Outlet Manifold Bottom Header</i> .....	25
Gambar 3.3 <i>Weldability Test Schematic</i> .....	26
Gambar 3.4 (a) <i>Filler Rod Er NiCrMo-3</i> , (b) Proses Pengelasan , (c) Trafo Las.	27
Gambar 3.5 (a) Grafik <i>Normalizing</i> , (b) Grafik <i>Solution Annealing</i> .....	29
Gambar 3.6 (a) Persiapan instalasi perlakuan panas, (b) <i>temperature control</i> dan <i>temperature recorder</i> , (c) Proses <i>Annealing</i> dan <i>Normalizing</i> .....	30
Gambar 3.7 Cairan Penetrant, Developer, dan Cleaner .....	31
Gambar 3.8 Pengujian XRF .....	32
Gambar 3.9 Alat Pengujian Kekerasan Vickers .....	33
Gambar 3.10 Specimen Pengujian Kekerasan Vickers.....	34
Gambar 3.11 <i>Optical Microscope</i> .....	35
Gambar 3.12 Alat Pengujian XRD .....	36
Gambar 4.1 Hasil Penyemprotan Cairan <i>Penetrant</i> Berwarna Merah.....	39
Gambar 4.2 Hasil Uji <i>Penetrant Test</i> sebelum <i>Weldability Test</i> .....	41
Gambar 4.3 Skematik Hasil <i>Weldability Test</i> .....	42
Gambar 4.4 Proses Pengelasan Pada Permukaan Sampel .....	43
Gambar 4.5 Hasil <i>Weldability Test</i> Sebelum Perlakuan Panas.....	45
Gambar 4.6 Proses Perlakuan Panas <i>Solution Annealing</i> dan <i>Normalizing</i> .....	46

Gambar 4.7 (a) Hasil Grafik <i>Solution Annealing</i> (b) Hasil Grafik <i>Normalizing</i> ..	48
Gambar 4.8 (a) Hasil <i>Weldability Test</i> Sampel <i>Normalizing</i> (b) Hasil <i>Weldability Test</i> Sampel <i>Solution Annealing</i> .....	49
Gambar 4.9 Hasil Penjejakan Uji Kekerasan <i>Vickers</i> (a) Sampel <i>Non-Treatment</i> (b) Sampel <i>Solution Annealing</i> (c) Sampel <i>Normalizing</i> .....	50
Gambar 4.10 Skema Pengambilan Sampel Uji Kekerasan .....	50
Gambar 4.11 Hasil Uji Kekerasan Sampel <i>Non-Treatment</i> .....	51
Gambar 4.12 Hasil Uji Kekerasan Sampel <i>Solution Annealing</i> .....	52
Gambar 4.13 Hasil Uji Kekerasan Sampel <i>Normalizing</i> .....	53
Gambar 4.14 Hasil Pengujian XRD pada Material HP-Mod .....	54
Gambar 4.15 Hasil Pengujian XRD Sampel <i>Non-Treatment</i> .....	55
Gambar 4.16 Hasil Pengujian XRD Sampel <i>Solution Annealing</i> .....	56
Gambar 4.17 Hasil Pengujian XRD Sampel <i>Normalizing</i> .....	57
Gambar 4.18 Hasil Pengujian XRD Keseluruhan Sampel Uji.....	58
Gambar 4.19 Hasil Pengamatan <i>Optical Microscope</i> (a) Sampel <i>Non-Treatment</i> (b) Sampel <i>Solution Annealing</i> (c) Sampel <i>Normalizing</i> .....	60



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil Uji Komposisi Kimia <i>Alloy</i> 800.....	37
Tabel 4.2	Komposisi Kimia M 900 .....	38

# Analisa Hasil Metode *Solution Annealing* dan *Normalizing* Terhadap Kemampulan pada Material Alloy 800

Jaya Rizki Saputra S<sup>(1)</sup>, Amir Arifin, S.T., M.Eng., 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: [jayarizkiss@gmail.com](mailto:jayarizkiss@gmail.com) [Amir@unsri.ac.id](mailto:Amir@unsri.ac.id)

## Abstrak

Alloy 800 digunakan pada komponen *Outlet manifold bottom header* (OMBH) yang berada didalam *primary reformer* PT. Pupuk Sriwidjaja. Komponen ini telah beroperasi pada temperatur dan tekanan yang tinggi dalam waktu yang relatif lama. Proses operasi yang lama mengakibatkan terjadinya penurunan sifat mekanik dan kemampulan pada material alloy 800. Perlakuan panas memiliki pengaruh terhadap kemampulan dan sifat mekanik pada suatu material. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil dari metode perlakuan panas *solution annealing* dan *normalizing* terhadap kemampulan material alloy 800. Analisa dilakukan dengan rangkaian pengujian yang meliputi pengujian XRF, *dye penetrant test*, *weldability test*, kekerasan, XRD, dan metalografi. Pada pengujian *weldability test* mengacu pada standar yang ditetapkan oleh *manoir industries*. Hasil pengujian *weldability test* sebelum dilakukannya perlakuan panas terdapat indikasi adanya *crack* yang muncul akibat pengaruh panas pengelasan dipermukaan. Setelah dilakukannya proses *solution annealing* dan *normalizing*, pada hasil *weldability test* menunjukkan terjadinya pengurangan *crack* secara signifikan pada permukaan. Pengurangan terjadinya *crack* didasari oleh adanya perubahan tegangan sisa akibat dari proses perlakuan panas yang ditunjukkan oleh adanya pergeseran puncak pada hasil pengujian XRD. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan adanya peningkatan nilai kekerasan di bagian *fusion zone* akibat dari penambahan unsur paduan yang baru dari *filler rod*. Pada pengamatan yang dilakukan menggunakan *optical microscope* menunjukkan indikasi *crack* pada hasil *weldability test* merupakan *micro crack* yang berasal dari besarnya tegangan sisa sehingga mempengaruhi *void* untuk saling terhubung. Hasil penelitian menyatakan bahwa pengaruh dari *solution annealing* dan *normalizing* dapat mengurangi tegangan sisa secara signifikan sehingga indikasi *crack* setelah proses *weldability test* berkurang.

Kata Kunci: *weldability*, Alloy 800, OMBH, *solution annealing*, *normalizing*

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

Pada awal masa perkembangan teknologi pengelasan, penggunaan penyambungan dengan teknik pengelasan hanya digunakan pada sambungan – sambungan dari reparasi yang tidak terlalu penting. Setelah banyaknya pengalaman dan praktek dalam jangka waktu yang lama menyebabkan terus meningkat nya perkembangan teknologi las, maka pada masa sekarang penggunaan proses pengelasan dan penggunaan konstruksi las menjadi hal yang umum di seluruh penjuru dunia. Munculnya standar – standar dalam teknik pengelasan membantu memperluas ruang lingkup penggunaan sambungan las dan meningkatkan kemampuan operator pada konstruksi besar (Hosseini *et al.*, 2011). Perkembangan dan kemajuan yang dicapai sampai saat ini membuat teknologi las memegang peranan penting dalam masyarakat industri modern.

Perkembangan dan kemajuan manufaktur khusus nya di bidang industri mesin, logam dasar, serta otomotif memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap peran ilmu dan teknologi pengelasan. Sebagian proses produksi pada dunia industri permesinan dan struktur telah menggunakan teknik pengelasan sebagai proses penyambungan komponen. Proses pengelasan selain digunakan pada bidang manufaktur, pada masa sekarang ini juga telah digunakan secara umum dalam proses pengelasan pada sistem perpipaan, jembatan, perkapalan, serta pannel bodi pesawat terbang (Tumpal *et al.*, 2018).

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan permanen dua bahan (biasanya logam) melalui penyatuan lokal yang dihasilkan dari kombinasi tekanan, suhu, dan kondisi metalurgi yang sesuai (Sathish *et al.*, 2012). Semakin berkembangnya suatu zaman, maka teknologi juga ikut berkembang terutama di bidang teknologi pengelasan. Pengelasan merupakan cara yang paling umum

digunakan dalam proses penyambungan logam dikarenakan las memiliki kelebihan yakni sambungan menjadi lebih kuat, hemat, murah, dan mudah pemakaiannya.

Pada dasarnya metode perlakuan panas sangat erat kaitannya dengan proses pengelasan. Perlakuan panas dilakukan untuk meningkatkan hasil lasan yang lebih optimal. Perlakuan panas pada material dapat dilakukan pada saat sebelum maupun setelah proses pengelasan berlangsung. Tegangan sisa yang terbentuk akibat paparan panas lasan dapat diminimalisir dengan melakukan perlakuan panas. Metode perlakuan panas dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan lapangan yang tergantung kepada keadaan material yang memiliki beragam sifat fisik dan mekanik tertentu. Pada perusahaan yang memproduksi pupuk terdapat sebuah alat yang bernama *primary reformer*, *reformer* adalah suatu alat yang dioperasikan pada suhu 600-800 °C dan tekanan 30-40 Kg/cm<sup>2</sup>. Alat ini memiliki fungsi sebagai pemecah gas hydrocarbon menjadi hidrogen dan proses ini dinamakan *reforming*. *reforming* berlangsung pada temperatur dan tekanan yang tinggi (Nugroho and Sudiarso, 2012). Terdapat *radian coil* pada *primary reformer* yang terdiri dari *catalyst tube*, *riser tube* dan *outlet manifold bottom header* (OMBH).

Pada penelitian ini material yang digunakan adalah Alloy 800 yang di produksi oleh *manoir company* dengan sebutan M900. Material ini tergolong dalam baja tipe *heat resistant alloy*, sehingga memiliki kemampuan kerja yang baik pada tekanan dan temperatur tinggi. M900 dipilih karena pada umumnya material ini digunakan pada bagian *outlet manifold bottom header* (OMBH) dan telah beroperasi selama 12 tahun, sehingga diperlukannya perlakuan panas sebelum dilakukannya proses pengelasan untuk mengoptimalkan kembali material yang telah terjadi penurunan mutu akibat tegangan sisa yang berasal dari paparan panas pada saat beroperasi. Sampel sebelum dan setelah diberikan perlakuan panas dan *weldability test* akan dilakukan beberapa pengujian *destructive test* dan *non-destructive test* guna mendapatkan data – data yang diperlukan untuk menganalisa hasil akhir dari perlakuan panas. Pengujian tersebut meliputi pengujian kekerasan, XRF, XRD, *penetrant test*, *weldability test* dan pengujian metalografi yang menggunakan *optical microscope*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pada *primary reformer* yang telah bekerja dalam kurun waktu yang lama diperlukannya pemeriksaan rutin dalam waktu yang telah ditentukan untuk mengoptimalkan fungsi dari alat tersebut. Tak jarang didapatkan hasil pemeriksaan yang mengharuskan dilakukannya perbaikan tiap – tiap komponen pada *radian coil* khususnya pada komponen *outlet manifold bottom header* (OMBH) yang mengalami penurunan kualitas dari segi sifat mekanik dan khususnya pada kemampuan (*weldability*) material itu sendiri. Peningkatan sifat mekanik dan *weldability* pada material dapat dilakukan dengan metode perlakuan panas yang tepat, maka dari itu dilakukannya penelitian untuk menemukan pengaruh dari metode perlakuan panas guna meningkatkan kembali kualitas sifat mekanik dan kemampuan material *alloy 800* yang digunakan untuk komponen *outlet manifold bottom header* (OMBH) di PT. Pupuk Sriwidjaja.

## 1.3 Batasan Masalah

Permasalahan dalam melakukan penelitian tak jarang hanya sedikit, sehingga dibutuhkan batasan masalah. Maka dari itu batasan masalah pada penelitian ini ditetapkan sebagai berikut :

1. Specimen berasal dari salah satu komponen *radian coil* di *primary reformer* yaitu *outlet manifold bottom header* (Alloy 800) yang telah lama beroperasi.
2. Specimen dilakukan non perlakuan panas dan perlakuan panas dengan metode *solution annealing* dan *normalizing*.
3. Penentuan nilai heating rate, holding time, dan cooling rate pada tiap metode perlakuan panas mengacu pada ASME Standard.
4. Peningkatan *weldability* menggunakan metode perlakuan panas.
5. Prosedur dalam *weldability test* mengacu pada mekanisme yang dirancang oleh *Manoir industries*.
6. Pengujian yang dilakukan yakni pengujian kekerasan, XRF, XRD, *penetrant test*, dan pengujian metalografi yang menggunakan *optycal microscope* (OM).

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisa hasil metode *solution annealing* dan *normalizing* pada material *alloy* 800 terhadap kemampuan.
2. Menganalisa hasil metode *solution annealing* dan *normalizing* pada material *alloy* 800 terhadap struktur mikro dan sifat mekaniknya.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi pada bidang pengelasan dan perlakuan panas pada material *alloy* 800 yang tergolong material kelas khusus. Hasil pengaruh akibat perlakuan panas dengan metode *solution annealing* dan *normalizing* terhadap kemampuan material *alloy* 800 dapat menjadi acuan dan pertimbangan pada penerapannya dalam desain konstruksi industri skala besar.

## DAFTAR RUJUKAN

- Alvino, A., Lega, D., Giacobbe, F., Mazzocchi, V., Rinaldi, A., 2010. Damage Characterization In Two Reformer Heater Tubes After Nearly 10 Years Of Service At Different Operative And Maintenance Conditions. *Eng. Fail. Anal.* 17, 1526–1541.
- Anderoglu, O., 2004. Residual Stress Measurement Using X-Ray Diffraction Residual Stress Measurement Using X-Ray Diffraction.
- Arifin, A., Hendrianto, M., 2018. Pengaruh Arus Dan Jarak Kampuh Pengelasan Terhadap Distorsi Sambungan Pelat Baja Karbon Rendah Dengan Menggunakan Smaw Amir Iv, 20–25.
- Basitha, D.I., Suwarta, P., Sidharta, I., 2013. Analisa Dampak Overheating Terhadap Tube Katalis Hp-40 Modifikasi Di Primary Reformer Pabrik Ammonia.
- Binudi, R., Adjiantoro, B., 2018. Pengaruh Unsur Ni, Cr Dan Mn Terhadap Sifat Mekanik Baja Kekuatan Tinggi Berbasis Laterit. *Metalurgi* 29, 33.
- Escrivà-Cerdán, C., Ooi, S.W., Joshi, G.R., Morana, R., Bhadeshia, H.K.D.H., Akid, R., 2019. Effect Of Tempering Heat Treatment On The Co 2 Corrosion Resistance Of Quench-Hardened Cr-Mo Low-Alloy Steels For Oil And Gas Applications. *Corros. Sci.* 154, 36–48.
- Harsono, Helmy, Mulyo, S., 2019. Analisis Pengelasan Smaw Tegangan Dc Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan, Foto Makro Dan Mikro Pada Stainless Steel 304 15, 58–63.
- Haryadi, G.D., Ismail, R., Haira, M., 2017. Pengaruh Post Weld Heat Treatment (Pwht) Dengan Pemanas Induksi Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Sambungan Las Shield Metal Arc Welding (Smaw) Pada Pipa Api 51 X52. *Rotasi* 19, 117.
- Hosseini, H.S., Shamanian, M., Kermanpur, A., 2011. Characterization Of Microstructures And Mechanical Properties Of Inconel 617 / 310 Stainless Steel Dissimilar Welds. *Mater. Charact.* 62, 425–431.
- Ismail, N.M., Khatif, N.A.A., Kecik, M.A.K.A., Shaharudin, M.A.H., 2016. The Effect Of Heat Treatment On The Hardness And Impact Properties Of Medium Carbon Steel. *Iop Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 114.
- Jokosisworo, S., 2012. Weldability, Welding Metallurgy, Welding Chemistry. *Kapal* 3, 65–69.
- Kalyankar, V.D., Chudasama, G., 2018. Effect Of Post Weld Heat Treatment On Mechanical Properties Of Pressure Vessel Steels. *Mater. Today Proc.* 5, 24675–24684.

- Khaleel, A., Krishnan, J., 2002. Post-Weld Heat Treatment – Case Studies 111–115.
- Kumar, S.A., Sathiya, P., 2017. Effects Of Heat Input On The Mechanical And Metallurgical Characteristics Of Tig Welded Incoloy 800ht Joints. *Arch. Metall. Mater.* 62, 1673–1679.
- Lippold, J.C., 2015. *Welding Metallurgy And Weldability*. Ohio State University, New Jersey.
- Miftakhul, H., Sri, M., Purwanto, 2018. Pengelasan Plat Kapal Dengan Variasi Jenis Elektroda Dan Media Pendingin 14, 50–56.
- Mostafaei, M., Shamanian, M., Purmohamad, H., Amini, M., 2016. Increasing Weldability Of Service-Aged Reformer Tubes By Partial Solution Annealing. *J. Mater. Eng. Perform.* 25, 1291–1303.
- Novielly, Nizamul Lathif, 2016. Studi Mekanisme Kerusakan 5, 369–373.
- Nugroho, S., Sudiarso, W., 2012. Pengaruh Pwht Dan Preheat Pada Kualitas Pengelasan Dissimilar Metal Antara Baja Karbon ( A-106 ) Dan Baja Tahan Karat ( A312 Tp-304h ) Dengan Filler Metal Inconel 82 14, 16–20.
- Parekke, S., 2017. Baja Karbon Sedang Dengan Baja Tahan Karat Austenit 9, 12–19.
- Pengaruh Kuat Arus Listrik Dan Sudut Kampuh V Terhadap Kekuatan Tarik Dan Tekuk Aluminium 5083, 2016. 4, 256–264.
- R, T.O., Putra, F.M., Hendronursito, Y., 2018. Analisa Variasi Arus Menggunakan Las Gtaw Pada Material Ss Jis410j1 Dengan Filler Er308l 2, 35–42.
- Rendi, O., Burhan, A., 2016. Kekuatan Tarik Baja Paduan Assab Machinery Steels 3, 38–43.
- Richter, T.O., Van Der Gaast, S., Koster, B., Vaars, A., Gieles, R., De Stigter, H.C., De Haas, H., Van Weering, T.C.E., 2006. The Avaatech Xrf Core Scanner: Technical Description And Applications To Ne Atlantic Sediments. *Geol. Soc. Spec. Publ.* 267, 39–50.
- Sathish, R., Naveen, B., Nijanthan, P., Geethan, K.A.V., Seshagiri, V., International, R., Sathish, R., Naveen, B., Arun, P.N.K., Geethan, V., Seshagiri, V., 2012. Weldability And Process Parameter Optimization Of Dissimilar Pipe Joints Using Gtaw 2, 2525–2530.
- Seddighi, S., Ostovan, F., Shafiei, E., Toozandehjani, M., 2019. A Study On The Effect Of Stress Relief Heat Treatment On The Microstructure And Mechanical Properties Of Dissimilar Gtaw Weld Joints Of Inconel 625 And A106 Carbon Steel. *Mater. Res. Express* 6, 1–15.
- Shi, S., Lippold, J.C., Ramirez, J., 2010. Hot Ductility Behavior And Repair Weldability Of Service-Aged, Heat-Resistant Stainless Steel Castings. *Weld. J. (Miami, Fla)* 89.



- Shoushtari, M.R.T., Moayed, M.H., Davoodi, A., 2011. Post-Weld Heat Treatment Influence On Galvanic Corrosion Of Gtaw Of 17-4ph Stainless Steel In 3 & 5 % Nacl 46, 415–424.
- Sowards, Lippold, J., Dickinson, Ramirez, 2008. Characterization Of Welding Fume From Smaw Electrodes — Part I 87.
- Vilarinho, L.O., Scotti, A., Guimar, G., 2006. Estimation Of Heat Source And Thermal Efficiency In Gtaw Process By Using Inverse Techniques 172, 42–51.
- Wiley, J., Sons, 2002. Welding Metallurgy 2nd Edition. Ohio State University, New Jersey.
- Zeng, Z., Oliveira, J.P., 2019. Laser Welding 1–2. Ohio State University, New Jersey.