

**PENGARUH PWHT (*POST WELD HEAT TREATMENT*) PADA  
PENGELASAN SMAW TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN  
TEKAN BAJA ST 37**

**SKRIPSI**

**Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana S-1**



**DONY IRAWAN  
1710816310002**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

**Pengaruh PWHT (*Post Weld Heat Treatment*) pada Pengelasan SMAW Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tekan Baja ST 37**

oleh

**Dony Irawan (1710816310002)**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 5 juli 2023 dan dinyatakan  
**LULUS**

#### Komite Penguji :

**Ketua** : Dr. Mastiadi Tamjidillah, S.T., M.T.  
NIP 19700312 199512 1 002



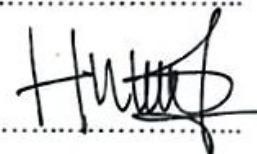
**Anggota 1** : Prof. Dr. Ir. Abdul Ghofur, S.T., M.T., IPM., ASEAN.Eng.  
NIP 19700717 199802 1 001



**Anggota 2** : M. Nizar Ramadhan, S.T., M.T.  
NIP 19920322 201903 1 010



**Pembimbing : Herry Irawansyah, S.T., M.Eng.  
Utama** NIP 19900221 201803 1 001




Banjarbaru, .....

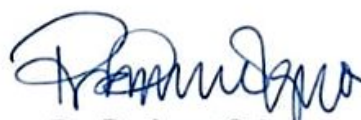
diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik  
Fakultas Teknik ULM,**

**Koordinator Program Studi  
S-1 Teknik Mesin,**



  
**Dr. Mahmud, S.T., M.T.**  
NIP 19740107 199802 1 001



**Dr. Rachmat Subagyo**  
NIP 19760805 200812 1 001

## **IDENTITAS**

### **JUDUL SKRIPSI :**

**PENGARUH PWHT (POST WELD HEAT TREATMENT) PADA  
PENGELASAN SMAW TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN  
TEKAN BAJA ST 37**

Nama : Dony Irawan  
NIM : 1710816310002  
Program Studi : Teknik Mesin  
Konsentrasi : Manufaktur

### **KOMITE PEMBIMBING**

Pembimbing I : Herry Irawansyah, S. T. M. Eng

### **KOMITE PENGUJI**


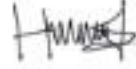


Ketua : Dr. Mastiadi Tamjidillah, S.T., M.T.  
Penguji I : Dr. Abdul Ghofur, S.T., M.T.  
Penguji II : M. Nizar Ramadhan, S.T., M.T.

### **Waktu dan Tempat Ujian Skripsi**

Seminar Proposal : Kamis, 13 April 2023  
Seminar Hasil : Selasa, 20 Juni 2023  
Ujian Akhir :  
Tempat : Ruang Sidang PSTM  
SK Penguji :

**LEMBAR KONSULTASI  
PROPOSAL SKRIPSI**

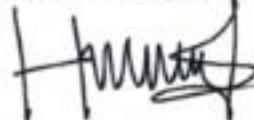
NAMA : DONY IRAWAN  
NIM : 1710816310002  
JUDUL SKRIPSI : PENGARUH PWHT (*POST WELDING HEATING TREATMENT*) PADA PENGELASAN (SMAW) TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN TEKAN BAJA ST 37

No	Tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan
1.	18 Maret 2023	Perbaiki latar belakang, tujuan, dan batasan masalah	
2.	31 Maret 2023	Pada bagian metode penelitian tentukan variasi temperaturnya Tentukan peralatan uji yang akan digunakan	
3.	7 April 2023	Perbaiki diagram alir dan daftar pustaka	
4.	9 April 2023	Acc maju seminar proposal	
5.			
6.			

Banjarbaru,

2023

Dosen Pembimbing




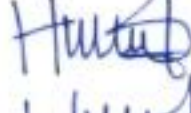
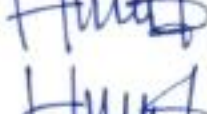
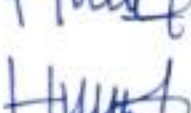
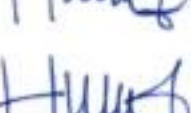
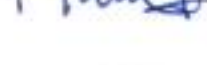


HERRY IRAWANSYAH, S.T., M.Eng

NIP. 199002212018031001

**LEMBAR KONSULTASI  
PROPOSAL SKRIPSI**

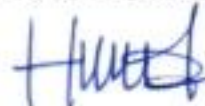
NAMA : DONY IRAWAN  
NIM : 1710816310002  
JUDUL SKRIPSI : PENGARUH PWHT (*POST WELD HEAT TREATMENT*)  
PADA PENGELASAN SMAW TERHADAP KEKERASAN  
DAN KEKUATAN TEKAN BAJA ST 37

No	Tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan
1	18/3 2023	Perbaiki latar belakang, tujuan, dan batasan masalah	
2	31/3 2023	Tentukan peralatan uji yang akan digunakan	
3	7/4 2023	Perbaiki diagram alir dan daftar pustaka	
4	9/4 2023	Acc Seminar Proposal	
5	16/5 2023	Perbaiki tabel dan grafik, tambahkan analisa hasil	
6	22/5 2023	Tambahkan diagram batang pada hasil uji kekerasan	
7	31/5 2023	Tambahkan diagram garis untuk semua variabel	
8	12/6 2023	Acc semhas.	

Banjarbaru,

2023

Dosen Pembimbing



HERRY IRAWANSYAH, S.T., M.Eng

NIP. 199002212018031001

## **PERNYATAAN ORISINALITAS**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak mendapat karya ilmiah yang di ajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau di terbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis di kutip dari naskah ini dan di sebutkan dalam sumber kutipan dari daftar pustaka.

Apabila ternyata dalam naskah skripsi ini dapat di buktikan terdapat unsur unsur jiplakan skripsi. Saya bersedia Skripsi (Sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 pasal 70).

Banjarbaru, Juni 2023

Dony Irawan  
NIM. 1710816310002

## **RIWAYAT HIDUP**

Dony Irawan lahir di Sampit pada tanggal 28 Oktober 1999, Putra pertama dari Ayah H. Darmawan, S.E. dan Ibu Hj. Sri Wahyuni. Menyelesaikan pendidikan di, SDN 1 Baamang Tengah (2005-2011), SMPN 3 Sampit (2011-2014), SMAN 2 Sampit (2014-2017). Studi di Program Teknik Mesin di Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, tahun angkatan 2017.

Banjarbaru, Juni 2023

Dony Irawan  
NIM. 1710816310002

## UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrahmanirrahim. Segala syukur terpanjatkan untuk Allah SWT, Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, karena atas berkah rahmat dan hidayah-Nya jualah Skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam juga untuk junjungan umat, Nabi Besar Muhammad SAW. Harapan dan doa semoga kita dapat memperoleh kebahagiaan dunia dan akhirat.

Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk menempuh ujian Strata Satu (S1) Pada Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru, dengan judul “PENGARUH PWHT (POST WELD HEAT TREATMENT) PADA PENGELASAN SMAW TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN TEKAN BAJA ST 37”. Keberhasilan penyusunan Skripsi ini berkat doa restu dan dukungan banyak pihak, untuk itu penyusun mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas segala bentuk kasih sayang, ilmu, dan limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
2. Orang tua penulis (H. Darmawan S.E. dan Hj. Sri Wahyuni) yang selalu dan tidak pernah putus dalam memanjatkan doa serta harapan untuk penulis hingga kapanpun.
3. Bapak Herry Irawansyah, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan ilmu, saran, dan waktunya, serta dengan sabar memberikan bimbingan dari awal hingga selesainya Skripsi ini.
4. Segenap dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah banyak sekali memberikan ilmu kepada penulis.
5. Kepada pemilik NIM 1710811120015 yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan kepada penulis dalam segala situasi dan kondisi agar tidak putus asa dalam menyelesaikan Skripsi ini.
6. UKM ArtPedia FT ULM yang selalu bisa menjadi rumah berbagi cerita dan mencari hiburan di kala suntuk.



7. Owner Ngemeal BJB yang juga selalu memberikan semangat dan bantuan selama proses pengerjaan Skripsi ini.
8. Segenap *crew* Dubai Sound System Bjb yang selalu setia menemani saya selama proses meniti karir di Banjarbaru.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Skripsi ini masih belum sempurna baik dari segi bahasa, teknik penulisan maupun dari segi keilmuannya. Oleh karenanya, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca demi kesempurnaan Skripsi ini dimasa yang akan datang.

Akhir kata penulis berharap Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat memperkaya ilmu khususnya di bidang perancangan desain tahan gempa. Amin Ya Rabbal ‘Alamin.

Banjarbaru, Juni 2023

Penulis

## RINGKASAN

Dony Irawan, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Juni 2023. Pengaruh PWHT (*Post Weld Heat Treatment*) Pada Pengelasan SMAW Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tekan Baja ST 37; Dosen pembimbing: Herry Irwansyah S.T., M.Eng, Komite, Ketua: Dr. Mastiadi Tamjidillah, S.T., M.T., Anggota 1: Dr. Abdul Ghofur, S.T., M.T., Anggota 2: M. Nizar Ramadhan, S.T., M.T.

Dunia industri manufaktur tidak terlepas dari beberapa konsentrasi keilmuan salah satunya adalah bidang pengelasan, cara pengelasan yang paling banyak digunakan pada waktu ini adalah pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Pada proses pengelasan dapat timbul masalah berupa tegangan sisa setelah pengelasan yang tidak disadari. Tegangan sisa yang berlebih akan menimbulkan perubahan bentuk permanen, bahkan dapat mengalami keretakan pada hasil pengelasan. Tegangan sisa dapat terjadi sebagai akibat pengelasan dilakukan tanpa melalui perlakuan panas terlebih dahulu. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) pada baja ST 37 dengan perlakuan panas yaitu *Post Welding Heat Treatment* (PWHT) dengan variasi tanpa perlakuan, 550°C, 600°C, dan 650°C kemudian melakukan dan menganalisis hasil uji kekerasan dan uji tekan. Pada uji kekerasan diperoleh hasil nilai tertinggi pada spesimen tanpa perlakuan PWHT (*Post Weld Heat Treatment*) di daerah *weld metal* sebesar 709,43 HVN. Sedangkan nilai terendah didapatkan pada spesimen dengan perlakuan PWHT (*Post Weld Heat Treatment*) di daerah *base metal* sebesar 236,45 HVN. Pada uji tekan diperoleh hasil nilai tertinggi pada spesimen tanpa perlakuan PWHT (*Post Weld Heat Treatment*) sebesar 838,46 MPa. Sedangkan nilai terendah didapatkan pada spesimen dengan perlakuan PWHT (*Post Weld Heat Treatment*) 550°C sebesar 755,60 MPa.

Kata kunci: Pengelasan, SMAW, PWHT, Uji Kekerasan, Uji Tekan.

## SUMMARY

*Dony Irawan, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University, June 2023. The Effect of PWHT (Post Weld Heat Treatment) on SMAW on the Hardness and Compressive Strength of ST 37 Steel; Supervisor: Herry Irwansyah S.T., M.Eng, Committee, Chairman: Dr. Mastiadi Tamjidillah, S.T., M.T., Member 1: Dr. Abdul Ghofur, S.T., M.T., Member 2: M. Nizar Ramadhan, S.T., M.T.*

*The world of the manufacturing industry is inseparable from several scientific concentrations, one of them is welding, the most widely used welding method at this time is Shielded Metal Arc Welding (SMAW). In the welding process, problems can arise in the form of residual stresses after welding that are not realized. Excessive residual stress will cause a permanent deformation, and can even cause cracks in the welding results. Residual stresses can occur as a result of welding being carried out without prior heat treatment. The purpose of this study was to perform Shielded Metal Arc Welding (SMAW) welding on ST 37 steel with heat treatment, namely Post Welding Heat Treatment (PWHT) with variations without treatment, 550°C, 600°C, and 650°C then perform and analyze results of hardness test and bending test. In the hardness test, the highest value was obtained for specimens without PWHT (Post Weld Heat Treatment) treatment in the weld metal area of 709.43 HVN. While the lowest value was obtained in specimens treated with PWHT (Post Weld Heat Treatment) in the base metal area of 236.45 HVN. In the bending test, the highest value was obtained on the specimen without PWHT (Post Weld Heat Treatment) treatment of 838.46 MPa. While the lowest value was obtained in specimens treated with 550°C PWHT (Post Weld Heat Treatment) of 755.60 MPa.*

*Keywords: Welding, SMAW, PWHT, Hardness Test, Bending Test.*

## KATA PENGANTAR

Segala syukur terpanjatkan untuk Allah SWT, Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, karena atas berkah rahmat dan hidayah-Nya jualah Skripsi yang berjudul “PENGARUH PWHT (*POST WELD HEAT TREATMENT*) PADA PENGELASAN SMAW TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN TEKAN BAJA ST 37” dapat diselesaikan.

Banyak kendala yang dihadapi oleh penulis dalam penyusunan Skripsi ini, yang hanya dengan bantuan berbagai pihak Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan ini, penulis dengan tulus menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dukungan penuh berupa materi maupun moral.
2. Bapak Dr. Rachmat Subagyo, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi S-1 Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Herry Irawansyah, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing dalam penyelesaian Skripsi ini yang telah membimbing dan memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
4. Rekan – rekan mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, khususnya kawan – kawan Teknik Mesin Angkatan 2017 dan rekan – rekan seperjuangan di Program Studi Teknik Mesin.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan yang tidak disengaja. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya penelitian lebih lanjut. Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat berguna bagi pengembangan ilmu.

Banjarbaru, Juni 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN IDENTITAS</b> .....	iii
<b>HALAMAN KONSULTASI</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	vi
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	vii
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	viii
<b>RINGKASAN</b> .....	x
<b>SUMMARY</b> .....	xi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xix
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	xx
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xxi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu .....	6
2.2 Baja .....	7
2.2.1 Sifat – Sifat Logam .....	8
2.2.2 Karakteristik Baja ST 37 .....	10
2.3 Pengelasan .....	12
2.4 Pengelasan SMAW ( <i>Shielded Metal Arc Welding</i> ) .....	13
2.4.1 Prinsip kerja Pengelasan SMAW .....	15
2.4.2 Pola Pengelasan.....	17
2.4.3 Posisi Pengelasan .....	18
2.4.4 Kampuh Pengelasan .....	18
2.4.5 Kecepatan Pengelasan .....	20
2.4.6 Metalurgi Pengelasan .....	21
2.4.7 Jenis – Jenis Cacat Las .....	23
2.5 Perlakuan Panas ( <i>Heat Treatment</i> ) .....	25
2.6 <i>Post Heating</i> .....	29
2.6.1 <i>Post Weld Heat Treatment</i> (PWHT) .....	30
2.6.2 <i>Quenching</i> .....	33
2.6.3 Media Pendingin Oli SAE 10W-40.....	34
2.6.4 <i> Holding Time</i> .....	35
2.6.5 Fase Struktural.....	36
2.7 Pengujian Kekerasan.....	39
2.7.1 Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> .....	39
2.8 Uji Tekan .....	41

BAB III METODE PENELITIAN.....	47
3.1 Tempat dan Jadwal Penelitian .....	47
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	47
3.2.1 Alat .....	47
3.2.2 Bahan.....	47
3.3 Prosedur Penelitian .....	48
3.4 Variabel Penelitian.....	52
3.5 Standar Pengujian .....	52
3.6 Diagram Alir .....	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	54
4.1 Hasil Pengelasan .....	54
4.2 Proses <i>Hardening</i> .....	54
4.3 Fasa Struktur Besi – Karbon.....	55
4.4 Hasil Uji Kekerasan .....	57
4.5 Hasil Uji Tekan .....	63
BAB V PENUTUP.....	66
5.1 Kesimpulan .....	66
5.2 Saran .....	66
DAFTAR PUSTAKA .....	68
LAMPIRAN.....	73

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b> Tabel Data Hasil Pengujian Kekerasan .....	58
<b>Tabel 4.2</b> Rata – Rata Nilai Uji Kekerasan .....	62
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Pengujian Kekuatan Tekan .....	64



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>Shielded Metal Arc Welding (SMAW)</i> .....	15
<b>Gambar 2.2</b> Prinsip Kerja Las Busur Listrik .....	16
<b>Gambar 2.3</b> Macam – Macam Bentuk Ayunan / Gerak Elektroda.....	17
<b>Gambar 2.4</b> Daerah Pengaruh Panas pada Pengelasan.....	22
<b>Gambar 2.5</b> Diagram Fasa Besi – Karbon .....	37
<b>Gambar 2.6</b> Jejak Penekanan <i>Indentor</i> pada Benda Uji .....	40
<b>Gambar 2.7</b> Mesin Uji Kekerasan <i>Vickers</i> .....	41
<b>Gambar 2.8</b> Metode <i>Three-Point Bending</i> .....	42
<b>Gambar 2.9</b> <i>Face Bend</i> pada <i>Transversal Bending</i> .....	43
<b>Gambar 2.10</b> <i>Root Bend</i> pada <i>Transversal Bending</i> .....	44
<b>Gambar 2.11</b> <i>Side Bend</i> pada <i>Transversal Bending</i> .....	44
<b>Gambar 2.12</b> <i>Face Bend</i> pada <i>Longitudinal Bending</i> .....	45
<b>Gambar 2.13</b> <i>Root Bend</i> pada <i>Longitudinal Bending</i> .....	46
<b>Gambar 3.1</b> Sketsa Spesimen Pengujian .....	48
<b>Gambar 3.2</b> Titik Pengujian Kekerasan.....	50
<b>Gambar 3.3</b> Diagram Alir Penelitian.....	53
<b>Gambar 4.1</b> Hasil Pengelasan.....	54
<b>Gambar 4.2</b> Proses <i>Post Weld Heat Treatment</i> .....	55
<b>Gambar 4.3</b> Proses Pendinginan Spesimen .....	55
<b>Gambar 4.4</b> Diagram Fasa Besi – Karbon untuk PWHT suhu 550°C, suhu 600°C, dan suhu 650°C .....	56
<b>Gambar 4.5</b> Proses Uji Kekerasan <i>Vickers</i> .....	57
<b>Gambar 4.6</b> Diagram Perbandingan Nilai Hasil Uji Kekerasan Spesimen .....	58
<b>Gambar 4.7</b> Diagram Nilai Perhitungan Uji Kekerasan <i>Vickers</i> Bagian <i>Base Metal</i> .....	59
<b>Gambar 4.8</b> Diagram Nilai Perhitungan Uji Kekerasan <i>Vickers</i> Bagian HAZ ...	60
<b>Gambar 4.9</b> Diagram Nilai Perhitungan Uji Kekerasan <i>Vickers</i> Bagian <i>Weld Metal</i> .....	60

<b>Gambar 4.10</b> Pengujian Kekuatan Tekan .....	63
<b>Gambar 4.11</b> Spesimen Hasil Uji Kekuatan Tekan.....	63
<b>Gambar 4.12</b> Grafik Hasil Pengujian Kekuatan Tekan .....	65

## DAFTAR SIMBOL

H	:	Panas masukan pengelasan (joule/mm)
V	:	Kecepatan pengelasan (mm/dtk)
E	:	Tegangan (volt)
I	:	Kuat arus (ampere)
HV	:	Angka kekerasan <i>vickers</i>
F	:	Beban (kg)
D	:	Diagonal permukaan <i>Vickers</i> (mm)
$\sigma_b$	:	Tegangan tekan (MPa)
P	:	Beban (N)
L	:	Panjang span (mm)
b	:	Lebar permukaan <i>specimen</i> (mm)
d	:	Tebal <i>specimen</i> (mm)

## DAFTAR ISTILAH

- Logam Las (*Weld Metal*) : daerah dimana terjadi pencairan logam dan dengan cepat kemudian membeku
- HAZ (*Heat Affected Zone*) : daerah yang dipengaruhi panas dan juga logam dasar yang bersebelahan dengan logam las selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat, sehingga terjadi perubahan struktur akibat pemanasan.
- Logam Induk (*Base Metal*) : logam dasar dimana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan struktur dan sifat.

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN A (Dokumentasi)</b> .....	75
<b>LAMPIRAN B (Saran dan Perbaikan)</b> .....	81
<b>LAMPIRAN C (Hasil Uji <i>Post Weld Heat Treatment</i>)</b> .....	87
<b>LAMPIRAN D (Hasil Uji Kekerasan)</b> .....	89
<b>LAMPIRAN E (Hasil Uji Kekuatan Tekan)</b> .....	91