

**PENGARUH POST WELD HEAT TREATMENT (PWHT) PROSES
PENGELASAN SMAW PADA BAJA ST 37 DAN BAJA AISI 1050
TERHADAP SIFAT MEKANIS**

SKRIPSI



Disusun Oleh:

Nama : MUHAMMAD FARID HURAERAH

Nim : 1811070

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2021

**PENGARUH POST WELD HEAT TREATMENT (PWHT)
PROSES PENGELASAN SMAW PADA BAJA ST 37 DAN BAJA
AISI 1050 TERHADAP SIFAT MEKANIS**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh:

MUHAMMAD FARID HURAERAH 1811070

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi

PENGARUH POST WELD HEAT TREATMENT (PWHT) PROSES PENGELASAN SMAW PADA BAJA ST 37 DAN BAJA AISI 1050 TERHADAP SIFAT MEKANIS



Disusun Oleh:

Nama : MUHAMMAD FARID HURAERAH
NIM : 1811070
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1

Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing

Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T.
NIP. Y. 1030400405

Ir. Teguh Rahardjo, M.T.
NIP. 195706011992021001



BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : MUHAMMAD FARID HURAEARH

NIM 1811070

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Judul Skripsi : Pengaruh Post Weld Heat Treatment (PWHT) Proses Pengelasan SMAW Pada Baja St 37 dan Baja AISI 1050 Terhadap Sifat Mekanis.

Dipertahankan di hadapan tim penguji skripsi jenjang Strata 1 (S-1) pada:

Hari/Tanggal :

Telah Dievaluasi Dengan Nilai :

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

Sekretaris

Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T.

Febi Rahmadianto, S.T., M.T.

NIP. Y. 1030400405

NIP. P. 1031500490

Anggota Penguji

Penguji I

Penguji II

Gerald Adityo Pohan, S.T., M.Eng.

Febi Rahmadianto, S.T., M.T.

NIP. P. 1031500492

NIP. P. 1031500490

PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUHAMMAD FARID HURAEARAH

NIM 1811070

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Fakultas : Teknologi Industri

Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi : Pengaruh Post Weld Heat Treatment (PWHT) Proses Pengelasan SMAW Pada Baja St 37 dan Baja AISI 1050 Terhadap Sifat Mekanis.

Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, Juli 2021

Penulis

MUHAMMAD FARID HURAEARAH

NIM. 1811070

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : MUHAMMAD FARID HURAERAH

NIM 1811070

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Fakultas : Teknologi Industri

Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi : Pengaruh Post Weld Heat Treatment (PWHT) Proses Pengelasan SMAW Pada Baja St 37 dan Baja AISI 1050 Terhadap Sifat Mekanis.

Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Rahardjo, M.T.

No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Pengajuan Judul Penelitian	22 Maret 2021	
2.	Pengajuan Proposal Penelitian	21 April 2021	
3.	Seminar Proposal	26 April 2021	
4.	Konsultasi Bab I	03 Mei 2021	
5.	Konsultasi Bab II	27 Mei 2021	
6.	Konsultasi Bab III	10 Juni 2021	
7.	Konsultasi Bab IV	08 Juli 2021	
8.	Konsultasi Bab V	08 Juli 2021	
9.	Seminar Hasil	12 Juli 2021	
10.	ACC Laporan Skripsi	13 Juli 2021	

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : MUHAMMAD FARID HURAERAH
NIM : 1811070
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Skripsi : Pengaruh Kuat Arus Pengelasan Kombinasi Metode GMAW dan SMAW pada Sambungan Pelat Stainless Steel AISI SS 201 dengan AISI SS 304 terhadap Sifat Mekanis

Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Rahardjo, M.T.

Tanggal Pengajuan Skripsi :

Tanggal Penyelesaian Skripsi :

Telah Dievaluasi Dengan Nilai :

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing

Ir. Teguh Rahardjo, M.T.

NIP. 195706011992021001

DAFTAR ISI

PENGARUH POST WELD HEAT TREATMENT (PWHT) PROSES PENGELASAN SMAW PADA BAJA ST 37 DAN BAJA AISI 1050 TERHADAP SIFAT MEKANIS	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN.....	iv
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	v
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metodologi Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II.....	7
2.1 Baja.....	7
2.1.1 Baja Karbon.....	7

2.1.2 Baja Paduan (<i>Alloy Steel</i>)	8
2.1.3 Baja Tahan Karat (<i>Stainless Steel</i>)	9
2.1.4 Fasa yang Terkandung dalam Struktur Mikro Baja.....	11
2.2 Sifat Mekanik Pada Logam	16
2.2.1 Macam-macam Sifat Mekanik pada Logam.....	16
2.2.2 Faktor yang Memengaruhi Sifat Mekanis pada Logam	18
2.3 Post Weld Heat Treatment (PWHT).....	19
2.4 Annealing.....	20
2.5 Quenching.....	21
2.6 SMAW.....	21
2.7 Pemilihan Elektroda.....	23
2.8 Dapur Furnance	24
2.9 Pengujian Tarik.....	26
2.9.1 Tegangan Dan Regangan.....	26
2.9.2 Kurva Regangan Dan Tegangan.....	29
2.10 Pengujian Impak	31
2.10.1 Perhitungan Uji Impak Charpy.....	33
2.10.2 Jenis Patahan.....	35
2.11 Pengujian Kekerasan	36
2.11.1 Uji Kekerasan Rockwell.....	36
2.11.2 Uji Kekerasan Brinell	40
2.11.3 Uji Kekerasan Vickers.....	40
2.11.4 Uji Metalografi	41
2.11.5 Uji Makro.....	42

2.11.6 Uji Mikro	42
2.12 Scanning Electron Microscopy (SEM)	45
2.13 Definisi Pengelasan	47
2.14 Dasar Proses Pengelasan.....	48
2.15 Kalasifikasi Pengelasan	48
2.15.1 <i>Fusion Molding</i>	49
2.15.2 Solid State Welding	50
2.16 Las Busur Listrik.....	51
2.16.1 <i>Shield Metal Arc Welding (SMAW)</i>	52
2.16.2 <i>Gas Metal Arc Welding (GMAW)</i>	54
2.16.3 Gas Tungsten Arc Welding (GTAW).....	64
2.16.4 <i>Flux Cored Arc Welding (FCAW)</i>	65
2.16.5 <i>Submerged Arc Welding (SAW)</i>	67
2.16.6 Las Busur Tanpa Gas.....	70
2.17 Pengelasan dengan Gas	71
2.17.1 Nyala Oksi–Asetilen.....	73
2.17.2 Alat-alat Las Oksi–Asetilen.....	74
2.17.3 Penggunaan dan Fluks yang Diperlukan	75
2.18 Metalurgi Las.....	75
2.19 Analisa Perpindahan Panas pada Pengelasan	77
2.19.1 Masukan Panas (Heat Input).....	77
2.19.2 Static Thermal Tensioning (STT).....	78
2.19.3 Transient Thermal Tensioning (TTT).....	79
2.20 Siklus Termal Daerah Lasan.....	79

2.20.1	Pembekuan dan Struktur Logam Las.....	80
2.20.2	Reaksi Metalurgi yang Terjadi dalam Pembekuan.....	81
2.20.3	Siklus Termal Las.....	83
2.20.4	Struktur Mikro Daerah Pengaruh Panas (HAZ)	85
2.21	Ketangguhan Daerah Lasan.....	88
2.21.1	Ketangguhan dan Penggetasan pada Daerah HAZ.....	88
2.21.2	Ketangguhan Logam Las.....	98
2.22	Retak pada Daerah Las	101
2.22.1	Jenis Retak Las	101
2.22.2	Penyebab Retak Las dan Cara Menanggulangnya	102
2.23	Pengelasan Pada Besi dan Baja	115
2.23.1	Pengelasan Besi Cor	115
2.23.2	Pengelasan Baja Karbon.....	116
2.23.3	Pengelasan Baja Tahan Karat.....	118
2.24	Pengelasan Kombinasi.....	123
2.25	Pengelasan Logam Berbeda.....	123
2.26	Logam Pengisi	123
2.26.1	Elektroda Bersalut	124
2.26.2	Wire Filler Metal	129
2.27	Klasifikasi Sambungan Las	131
2.27.1	Butt Joint.....	131
2.27.2	Fillet (T) Joint.....	131
2.27.3	Corner Joint	132
2.27.4	Lap Joint	133

2.28 Posisi Pengelasan.....	133
2.28.1 Macam-macam Posisi Pengelasan.....	134
2.28.2 Macam-macam Posisi Pengelasan Pada Pelat dan Pipa	135
2.29 Tegangan Sisa.....	135
2.29.1 Pengaruh Tegangan Sisa Terhadap Mutu Las	136
2.29.2 Pembesaran Tegangan Sisa.....	137
2.30 Pemeriksaan Hasil Las.....	138
2.30.1 Pengujian Merusak	138
2.30.2 Pengujian Tak Merusak	139
2.31 Polaritas Pada Pengelasan.....	144
2.32 Kerangka Berfikir	144
BAB III.....	145
3.1 Diagram Alir.....	145
3.2 Studi Literatur.....	146
3.3 Desain <i>Welding Procedure Specification</i> (WPS)	146
3.4 Tempat dan Waktu Penelitian.....	146
3.5 Peralatan dan Bahan Uji	147
3.5.1 Peralatan	147
3.5.2 Bahan Uji.....	148
3.6 Variabel Penelitian.....	149
3.7 Prosedur Pengelasan dan Pembuatan Spesiemen Uji	150
3.7.1 Pemotongan Bahan Pelat	150
3.7.2 Pengelasan Spesiemen.....	152
3.7.3 Pembuatan Spesiemen.....	153

3.8	Prosedur Pengujian	157
3.8.1	Pengujian Tarik.....	157
3.8.2	Pengujian Kekerasan	160
3.8.3	Pengujian Struktur Mikro	162
3.9	Pengumpulan dan Pengolahan Data	165
3.9.1	Data Hasil Pengujian Tarik.....	165
3.9.2	Data Hasil Pengujian Kekerasan	166
3.9.3	Data Hasil Pengujian Struktur Mikro	167
3.10	Analisa dan Pembahasan	168
3.11	Kesimpulan dan Saran.....	168
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		169
4.1	Pengujian Tarik.....	169
4.1.1	Data Hasil Pengujian Tarik.....	169
4.1.2	Analisa dan Pembahasan Hasil Pengujian Tarik	170
4.2	Pengujian Kekerasan	173
4.2.1	Data Hasil Pengujian Kekerasan	173
4.2.2	Analisa dan Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan	175
4.3	Pengujian Impak.....	177
4.3.1	Data Hasil Pengujian Impak.....	177
4.3.2	Analisa dan Pembahasan Hasil Pengujian Impak.....	177
4.4	Pengujian Struktur Mikro	178
4.4.1	Data Hasil Pengujian Struktur Mikro	178
4.4.2	Analisa dan Pembahasan Hasil Pengujian SEM.....	179
4.5	Pengamatan Struktur Makro.....	180

	BAB V KESIMPULAN	181
5.1	Kesimpulan	181
5.2	Saran	182
	DAFTAR PUSTAKA	183
	LAMPIRAN	185
	187

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Baja St 37	10
Gambar 2. 2 Diagram Fasa Fe,C	11
Gambar 2. 3 Ferit	13
Gambar 2. 4 Sementit.....	14
Gambar 2. 5 Martensit.....	15
Gambar 2. 6 Perlit	15
Gambar 2. 7 Bainit	16
Gambar 2. 8 Dapur Fumace	20
Gambar 2. 9 Las SMAW.....	22
Gambar 2. 10 Elektroda	23
Gambar 2. 11 Dapur Furnace	24
Gambar 2. 12 Skema Uji Tarik	26
Gambar 2. 13 Diagram Kurva (F- $\Delta\lambda$) Hasil Uji Tarik	27
Gambar 2. 14 Kurva Regangan Dan Tegangan.....	29
Gambar 2. 15 Pengujian Tarik	31
Gambar 2. 16 Jenis Takik.....	35
Gambar 2. 17 Skema Uji Kekerasan Rockwell.....	36
Gambar 2. 18 Cara Kerja Alat Uji Rockwell	37
Gambar 2. 19 Indentor Tipe Ball Dan Diamond	38
Gambar 2. 20 Skema Uji Kekerasan Brinell.....	40
Gambar 2. 21 Skema Uji Kekerasan Vickers.....	41
Gambar 2. 22 Spesimen, Ukuran dan Obyek Pembesaran.....	42
Gambar 2. 23 86 Pengaruh Etsa terhadap Spesimen.....	43
Gambar 2. 24 Pantulan Sinar pada Pengamatan Metalografi.....	44
Gambar 2. 25 Perbandingan gambar mikroskop optik dengan mikroskop elektron. ..	46
Gambar 2. 26 Prinsip kerja SEM	47
Gambar 2. 27 Las Busur dengan Elektroda Terbungkus.....	52
Gambar 2. 28 Pemindahan Logam Cair	53
Gambar 2. 29 Skema Las GMAW	54

Gambar 2. 30 Pemindahan Sembur pada Las MIG.....	56
Gambar 2. 31 Pengaruh Perubahan Arus terhadap Ukuran dan Frekuensi Tetesan....	57
Gambar 2. 32 Hubungan antara Arus Kritik dan Diameter Kawat	57
Gambar 2. 33 Pengaruh Gas Pelindung terhadap Penetrasi	58
Gambar 2. 34 Konstruksi Mesin Las MIG Semi-Otomatik	59
Gambar 2. 35 Pemindahan Gelombang dan Bentuk Gelombang Arus pada Las Busur Pulsa	60
Gambar 2. 36 Skema Terjadinya Percikan dalam Las Busur Gas CO2	62
Gambar 2. 37 Hubungan antara Laju Pemindahan dan Arus Pengelasan	64
Gambar 2. 38 Skema Las TIG.....	64
Gambar 2. 39 Diagram Rangkaian Listrik dari Mesin Las Listrik DC	65
Gambar 2. 40 Skema Las FCAW.....	66
Gambar 2. 41 Skema Pengelasan Busur Terendam	68
Gambar 2. 42 Hubungan Kecepatan Pemindahan Logam dengan Arus Pengelasan dalam Las Busur Rendam.....	69
Gambar 2. 43 Mesin Las Busur Rendam	70
Gambar 2. 44 Nyala Api Oksi–Asetilen	72
Gambar 2. 45 Penghasil Asetilen Jenis Karbid ke Air	75
Gambar 2. 46 Daerah Lasan.....	76
Gambar 2. 47 Arah Pembekuan dari Logam Las	81
Gambar 2. 48 Lubang Halus yang Terjadi pada Las Sudut.....	82
Gambar 2. 49 Siklus Termal Las pada Beberapa Jarak dari Batas Las (20 mm; 170 A; 28 V; 15,2 cm/menit).....	84
Gambar 2. 50 Siklus Termal dalam Las Busur Tangan	84
Gambar 2. 51 Diagram CCT dan Hubungan antara Waktu Pendinginan dengan Kekerasan dan Struktur	88
Gambar 2. 52 Uji Tumbuk Charpy dengan Takik V-2 mm (JIS Z2202-1998).....	90
Gambar 2. 53 Pengujian Rambatan Retak (COD)	91
Gambar 2. 54 Skema Struktur Mikro Daerah HAZ	92
Gambar 2. 55 Perubahan Temperatur Transisi pada Lasan.....	93

Gambar 2. 56 Hubungan antara Waktu Pendinginan, Struktur Mikro dan Kekuatan Tumbuk pada Daerah HAZ	94
Gambar 2. 57 Diagram CCT untuk Baja BJ60 dan BJ80.....	95
Gambar 2. 58 Pengaruh Masukan Panas pada Sifat Tumbuk	96
Gambar 2. 59 Hubungan antara Sifat Tumbuk dan Kadar O ₂ dalam Logam Lasan	100
Gambar 2. 60 Beberapa Contoh Retak Dingin.....	101
Gambar 2. 61 Beberapa Contoh Retak Panas	102
Gambar 2. 62 Skema Retak Bebas Tegang	102
Gambar 2. 63 Retak Dingin yang Terjadi pada Pengujian Retak dengan Celah Y Miring	103
Gambar 2. 64 Kelarutan Hidrogen dalam Besi pada Tekanan 1 atm	104
Gambar 2. 65 Pengaruh Kelembaban Udara terhadap Kadar Hidrogen Difusi dalam Logam Lasan	105
Gambar 2. 66 Penyerapan Uap oleh Elektroda Terbungkus	106
Gambar 2. 67 Retak Lamel yang Dimulai dari Retak Akar	109
Gambar 2. 68 Pengaruh Kadar Belerang pada Kepekaan Retak Lamel.....	109
Gambar 2. 69 Hubungan antara Retak Lamel dan Kepekaan PL.....	110
Gambar 2. 70 Hubungan antara Kepekaan PL dan Tegangan Kritik pada Arah Tebal	110
Gambar 2. 71 Skema dari Retak Lintang	111
Gambar 2. 72 Hubungan antara Retak Bebas Tegang dan Temperatur serta Waktu Pemanasan dengan Pengujian Lengkung U.....	112
Gambar 2. 73 Retak Bebas Tegang pada Pengujian Celah Y dari Baja BJ 80 yang Dibebaskan Tegangan pada 600°C Selama 2 Jam.....	112
Gambar 2. 74 Retak Bebas Tegang dalam Baja Kuat dengan Pemanasan 600°C Selama 2 Jam.....	113
Gambar 2. 75 Diagram Schaeffler	115
Gambar 2. 76 Kekuatan Baja Tahan Karat pada Suhu Tinggi	119
Gambar 2. 77 Kekuatan Baja Tahan Karat pada Suhu Tinggi	119
Gambar 2. 78 Endapan antar Butir Karbid Khrom dari Baja 18 Cr-8 Ni.....	121

Gambar 2. 79 Diagram Schaeffler dari Logam Lasan dalam Pengelasan Baja Tahan Karat	121
Gambar 2. 80 Jenis Retak Panas dalam Logam Lasan SUS 43.....	122
Gambar 2. 81 Konstruksi dari Elektroda Bersalut	124
Gambar 2. 82 Arti Simbol Standar Elektroda SMAW	127
Gambar 2. 83 Arti Simbol Standar Filler Rod GMAW	129
Gambar 2. 84 Macam-macam Bentuk Kampuh Las pada Butt Joint.....	131
Gambar 2. 85 Macam-macam Sambungan T (Fillet) Joint.....	132
Gambar 2. 86 Sambungan Corner Joint	132
Gambar 2. 87 Macam-macam Sambungan Lap Joint	133
Gambar 2. 88 Macam-macam Posisi Pengelasan.....	135
Gambar 2. 89 Pengujian Ultrasonik	140
Gambar 2. 90 Pengujian Radiografi.....	140
Gambar 2. 91 Pengujian dengan Arus Eddy	141
Gambar 2. 92 Pengujian dengan Partikel Magnet.....	141
Gambar 2. 93 Pengujian dengan Penetran	142
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	145
Gambar 3. 2 Pelat Stainless Steel St 37 dan AISI 1050	149
Gambar 3. 3 Dimensi Pelat	151
Gambar 3. 4 Pemotongan Pelat Untuk Proses Pengelasan.....	151
Gambar 3. 5 Dimensi Kampuh V Tunggal.....	152
Gambar 3. 6 Mesin Las SMAW	153
Gambar 3. 7 Dimensi Spesimen Uji Tarik	154
Gambar 3. 8 Spesimen Uji Tarik Kuat Arus Pengelasan 110 A	155
Gambar 3. 9 Dimensi Spesimen Uji Kekerasan	155
Gambar 3. 10 Dimensi Spesimen Uji Struktur Mikro.....	156
Gambar 3. 11 Spesimen Uji Struktur Mikro Kuat Arus Pengelasan 110 A.....	157
Gambar 3. 12 Universal Testing Machine.....	159
Gambar 3. 13 Rockwell Hardness Tester.....	161

Gambar 3. 14 Digital Micro Vickers Hardness.....	163
Gambar 3. 15 Garis Bantu Perhitungan Persentase Fasa dalam Struktur Mikro	165
Gambar 4. 1 Perpatahan Spesimen Uji Tarik Kuat Perlakuan Panas 110°C.....	170
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Kuat Arus Pengelasan terhadap Kekuatan Tarik.....	170
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Kuat Arus Pengelasan terhadap Nilai Kekerasan....	174
Gambar 4. 4 SEM Logam Las PWHT 350°C.....	178
Gambar 4. 5 SEM Logam Las PWHT 400°C.....	179
Gambar 4. 6 Struktur Makro Spesimen Non PWHT	180
Gambar 4. 7 Struktur Makro Spesimen PWHT 350°C.....	180
Gambar 4. 8 Struktur Makro Spesimen PWHT 400°C.....	180

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Unsur Kimia Stainless Steel St 37	10
Tabel 2. 2 Komposisi Unsur Kimia Stainless Steel AISI 1050	11
Tabel 2. 3 Compositon of AISI Carbon and Alloy Steel.....	12
Tabel 2. 4 Energi Setiap Sudut Ayun	33
Tabel 2. 5 Klasifikasi Indentor pada Uji Kekerasan Rockwell	39
Tabel 2. 6 Spesifikasi Kawat dan Batang Las untuk Baja Tahan Karat (JIS Z 3321–1974)	59
Tabel 2. 7Spesifikasi Kawat Las Busur CO2 (JIS Z 3312–1974).....	63
Tabel 2. 8 Perbandingan Penggunaan Las Oksi–Asetilen dan Las Busur Elektroda Terbungkus.....	72
Tabel 2. 9 Perkiraan Waktu Pendinginan pada Beberapa Cara Las Busur	85
Tabel 2. 10 Suhu Transisi dan Kriteria Patahan.....	89
Tabel 2. 11 Elektroda Bersalut dan Kawat Inti	125
Tabel 3. 1 Dimensi Spesimen Uji Tarik.....	154
Tabel 3. 2 Dimensi Spesimen Uji Kekerasan.....	156
Tabel 3. 3 Dimensi Spesimen Uji Struktur Mikro.....	156
Tabel 3. 4 Data Hasil Pengujian Tarik	165
Tabel 3. 5 Data Hasil Pengujian Kekerasan	166
Tabel 3. 6 Perhitungan Persentase Kandungan Fasa Ferit, Perlit dan Bainit pada Daerah Logam Las	167
Tabel 4. 1 Perhitungan Rata-rata Data Hasil Pengujian Tarik	169
Tabel 4. 2 Perhitungan Rata-rata Data Hasil Pengujian Kekerasan	174
Tabel 4. 3 Data hasil Pengujian Impak	177