

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENGELASAN SMAW *DOUBLE-V GROOVE*
DENGAN VARIASI ARUS DAN DIAMETER ELEKTRODA
PADA PLAT ASTM A36 UNTUK KAPAL TERHADAP
SIFAT MEKANIK**



Disusun Oleh :

AKBAR RACHMAWAN PUTRA
NBI : 1421900048

ANDIKA DWI INDRA PRASETYO
NBI : 1421900043

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

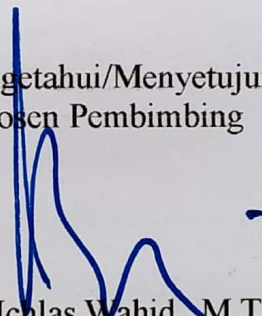
2023

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR


Nama : Akbar Rachmawan Putra
NIM : 1.42.19.00048
Nama : Andika Dwi Indra Prasetyo
NIM : 1.42.19.00043
Jurusan : Teknik Mesin
Semester : 7
Judul : Pengaruh Pengelasan Smaw *Double-V Groove* Dengan Variasi Arus Dan Diameter Elektroda Pada Plat Astm A36 Untuk Kapal Terhadap Sifat Mekanik

Mengetahui/Menyetujui,
Dosen Pembimbing


Ir. Ichlas Wahid., M.T
NPP. 20420.90.0207

Dekan
Fakultas Teknik


Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., IPU
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi
Teknik Mesin

Edi Santoso, S.T., M.T
NPP. 20420.96.0485

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:
PENGARUH PENGELASAN SMAW *DOUBLE-V GROOVE* DENGAN VARIASI ARUS DAN DIAMETER ELEKTRODA PADA PLAT ASTM A36 UNTUK KAPAL TERHADAP SIFAT MEKANIK yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.



Surabaya, 6 Januari 2023

Akbar Rachmawan Putra

1.42.19.000.48



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Akbar Rachmawan Putra
NBI/ NPM : 1421900048
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Skripsi/ ~~Tesis/ Disertasi/ Laporan Penelitian/ Praktek*~~

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

PENGARUH PENGELASAN SMAW DOUBLE-V GROOVE DENGAN VARIASI ARUS DAN DIAMETER ELEKTRODA PADA PLAT ASTM A36 UNTUK KAPAL TERHADAP SIFAT MEKANIK

Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif (**Nonexclusive Royalty - Free Right**), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 06 Januari 2023



Yang Menyatakan,

(Akbar Rachmawan Putra)

*Coret yang tidak perlu

LEMBAR PERSEMBAHAN

PERSEMBAHAN :

Saya ucapkan terima kasih banyak kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua dan segenap keluarga yang telah memberikan semangat dan doa yang tiada henti sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Ir. Ichlas Wahid., M.T Selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk selalu sabar membimbing saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., IPU selaku Dekan Fakultas Teknik
4. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. Selaku Ketua Progam Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bapak/Ibu Dosen mata kuliah di prodi Teknik Mesin UNTAG Surabaya
6. Mas Yosep selaku penyedia jasa di Mitra Usaha Teknik.
7. Seluruh saudara – saudara seperjuangan khususnya saudara Teknik Mesin Angkatan 2019 yang telah banyak sekali membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

KATA MUTIARA :

“DON'T REPEAT THE SAME MISTAKE, THERE ARE STILL MANY OTHER MISTAKES TO TRY”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami terhadap kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena berkat rahmat-Nya kami dapat menyusun Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Pengelasan Smaw *Double-V Groove* Dengan Variasi Arus Dan Diameter Elektroda Pada Plat Astm A36 Untuk Kapal Terhadap Sifat Mekanik”. Penyusunan Tugas Akhir ini untuk memenuhi persyaratan akademik dan menyelesaikan pendidikan program studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Kami menyadari dalam menyusun Tugas Akhir ini banyak mendapat dukungan, bimbingan, bantuan dan kemudahan dari berbagai pihak sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Kami menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Ichlas Wahid., M.T Selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk selalu sabar membimbing saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. Selaku Ketua Progam Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Kedua orang tua dan segenap keluarga yang telah memberikan semangat dan doa yang tiada henti sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
4. Bapak/Ibu Dosen mata kuliah di prodi Teknik Mesin UNTAG Surabaya yang telah banyak memeberikan ilmu dan wawasanya.
5. Mas Yosep selaku penyedia jasa di Mitra Usaha Teknik.
6. Seluruh teman – teman seperjuangan yang telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari didalam Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan yang penulis miliki. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kepada pembaca untuk memberikan kritik dan saran yang membangun dengan tujuan untuk menyempurnakan penulisan dimasa mendatang dan semoga tulisan ini bisa bermanfaat.

Surabaya, 6 Januari 2023
Penyusun

ABSTRAK

Pengaruh Pengelasan Smaw *Double-V Groove* Dengan Variasi Arus Dan Diameter Elektroda Pada Plat Astm A36 Untuk Kapal Terhadap Sifat Mekanik

Proses pengelasan dilapangan menggunakan las bolak balik dengan sambungan butt joint dan square groove dimana pada proses pengelasan ini kurang maksimal dan menyebabkan kebocoran. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui nilai kekuatan tarik yang terbaik hasil pengelasan smaw menggunakan metode alur las double-v groove dengan variasi arus dan diameter elektroda pada plat ASTM A36. (2) mengetahui nilai ketangguhan yang terbaik hasil pengelasan smaw menggunakan metode alur las double-v groove dengan variasi arus dan diameter elektroda pada plat ASTM A36. Pertama siapkan material ASTM A36. Membuat alur las double-V groove dengan sudut 60° . Melakukan pengelasan dengan elektroda RD – 460 E6013 pada variasi arus 90 A, 110 A, dan 130 A dan diameter elektroda 2,6 mm, 3,2 mm, dan 4 mm. Pembuatan spesimen uji tarik (JIZ 220) dan impak (JIZ 2202). Kemudian melakukan uji tarik dan uji ketangguhan. Didapatkan nilai kekuatan tarik paling tinggi pada variasi diameter 4 mm, arus 130 A dengan tegangan maksimum $60,2 \text{ kg/mm}^2$ dan regangan maksimum 13,5% Kemudian nilai ketangguhan paling tinggi pada variasi 4 mm, arus 130 A pada suhu 33°C dengan nilai energi yang diserap = $216,607 \text{ J}$ dan harga impak = $2,708 \text{ J/mm}^2$. Dan nilai kekuatan tarik paling rendah pada variasi diameter 4 mm, arus 90 A dengan tegangan maksimum $44,67 \text{ kg/mm}^2$ dan regangan maksimum 4,35% Kemudian nilai ketangguhan paling tinggi juga pada pengelasan variasi 4 mm, arus 90 A pada suhu panas 300°C dengan nilai energi yang diserap = $22,427 \text{ J}$ dan harga impak = $0,28 \text{ J/mm}^2$.

Kata Kunci : ASTM A36, Pengelasan SMAW, *Double-V Groove*, Pengujian Tarik, Pengujian Ketangguhan

ABSTRACT

Effect of Double-V Groove Smaw Welding With Variations Of Current And Electrode Diameter On Astm A36 Plate For Ships On Mechanical Properties

The welding process in the field uses back and forth welding with butt joints and square groove joints where the welding process is less than optimal and causes leaks. This study aims to (1) determine the best tensile strength value from smaw welding using the double-v groove welding method with variations in current and electrode diameter on ASTM A36 plate. (2) find out the best toughness value of smaw welding results using the double-v groove welding method with variations of current and electrode diameter on ASTM A36 plate. Firstly, prepare ASTM A36 material. Makes a double-V groove weld with an angle of 60° . Perform welding with RD – 460 E6013 electrodes at varying currents of 90 A, 110 A and 130 A and electrode diameters of 2.6 mm, 3.2 mm and 4 mm. Preparation of tensile test specimens (JIZ 220) and impact (JIZ 2202). Then do the tensile test and toughness test. The highest tensile strength value was obtained at 4 mm diameter variation, 130 A current with a maximum stress of 60.2 kg/mm² and 13.5% maximum strain. Then the highest toughness value was at 4 mm variation, 130 A current at 33 °C with a absorbed energy = 216.607 J and impact price = 2.708 J/mm². And the lowest tensile strength value is at 4 mm diameter variation, 90 A current with a maximum stress of 44.67 kg/mm² and 4.35% maximum strain. Then the highest toughness value is also at 4 mm variation welding, 90 A current at 300 °C with absorbed energy = 22.427 J and impact value = 0.28 J/mm².

Keywords : ASTM A36, SMAW Welding, Double – V Groove, Tensile Testing, Toughness Testing.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan Tugas Akhir	ii
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir.....	iii
Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah.....	iv
Lembar Persembahan	v
Kata Pengantar	vi
Abstrakvii	
Daftar Isi.....	ix
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Pengelasan SMAW.....	5
2.1.2 Prinsip Operasi Pengelasan SMAW	6
2.1.3 Elektroda Las.....	7
2.1.4 Jenis Sambungan Las	9
2.1.5 Material ASTM A36	11
2.1.6 Pengujian Tarik	12
2.1.7 Pengujian Impact.....	14

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Flowchart.....	17
3.1.1 Variabel Penelitian	18
3.2 Penjelasan diagram alir	19
3.2.1 Studi Literatur.....	19
3.2.2 Persiapan Material	19
3.2.3 Persiapan Peralatan Pengelasan SMAW	20
3.2.4 Pembuatan Alur Las Double-V Groove	23
3.2.5 Pengelasan SMAW (Shield Metal Arc Welding).....	24

3.2.6	Pembuatan Spesimen.....	26
3.2.7	Uji Kekuatan Tarik (Tensile Test).....	27
3.2.8	Uji Impak (Impact Test).....	28

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengujian Tarik	31
4.1.1	Pengujian Tarik Raw Material.....	32
4.1.2	Pengujian Tarik Pengelasan Elektroda Ø2,6 Arus 90 Ampere.....	39
4.1.3	Pengujian Tarik Pengelasan Elektroda Ø2,6 Arus 110 Ampere.....	42
4.1.4	Pengujian Tarik Pengelasan Elektroda Ø2,6 Arus 130 Ampere.....	45
4.1.5	Pengujian Tarik Pengelasan Elektroda Ø3,2 Arus 90 Ampere.....	49
4.1.6	Pengujian Tarik Pengelasan Elektroda Ø3,2 Arus 110 Ampere.....	52
4.1.7	Pengujian Tarik Pengelasan Elektroda Ø3,2 Arus 130 Ampere.....	55
4.1.8	Pengujian Tarik Pengelasan Elektroda Ø4 Arus 90 Ampere.....	59
4.1.9	Pengujian Tarik Pengelasan Elektroda Ø4 Arus 110 Ampere.....	62
4.1.10	Pengujian Tarik Pengelasan Elektroda Ø4 Arus 130 Ampere.....	65
4.2	Pengujian Impact.....	69
4.2.1	Harga Impact RAW Material	70
4.2.2	Harga Impact Pengelasan Variasi Ø2,6 arus 90A.....	72
4.2.3	Harga Impact Pengelasan Variasi elektroda Ø2,6 arus 110 A.....	74
4.2.4	Harga Impact Pengelasan Variasi elektroda Ø2,6 arus 130 A.....	76
4.2.5	Harga Impact Pengelasan Variasi elektroda Ø3,2 arus 90 A.....	79
4.2.6	Harga Impact Pengelasan Variasi elektroda Ø3,2 arus 110 A.....	81
4.2.7	Harga Impact Pengelasan Variasi elektroda Ø3,2 arus 130 A.....	83
4.2.8	Harga Impact Pengelasan Variasi elektroda Ø4 arus 90 A.....	86
4.2.9	Harga Impact Pengelasan Variasi elektroda Ø4 arus 110 A.....	88
4.2.10	Harga Impact Pengelasan Variasi elektroda Ø4 arus 130 A.....	90

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	95
5.2	Saran.....	95

DAFTAR PUSTAKA	97
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	99
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram proses pengelasan SMAW.....	5
Gambar 2.2 Gerakan Pengelasan (Zamil, 1999, hal. 7)	9
Gambar 2. 3 Plat ASTM A36.....	11
Gambar 2. 4 Kurva deformasi pada uji tarik	13
Gambar 2. 5 Ukuran Spesimen Uji Tarik (Sumber : JIS Z 2201)	13
Gambar 2. 6 Ilustrasi skematis pengujian dampak	14
Gambar 2. 7 Specimen test based on JIS Z 2202.	15
Gambar 3. 1 Material ASTM A36 untuk penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Perlengkapan peralatan untuk pengelasan.....	23
Gambar 3. 3 Proses pembuatan kampuh las menggunakan mesin frais.....	24
Gambar 3. 4 Material yang telah diberi tack weld	24
Gambar 3. 5 Hasil Pengelasan diameter 2,6 dan Arus 90 A, 110 A, 130 A.....	25
Gambar 3. 6 Hasil Pengelasan diameter 3,2 dan Arus 90 A, 110 A, 130 A.....	25
Gambar 3. 7 Hasil Pengelasan diameter 4mm dan Arus 90 A, 110 A, 130 A	25
Gambar 3. 8 Spesimen Uji Impact JIS Z 2202.....	26
Gambar 3. 9 Spesimen Uji Impact JIS Z 2202.....	27
Gambar 3. 10 Proses Pengujian Tarik.....	28
Gambar 4. 1 Dimensi Ukuran Spesimen JIS Z2201	31
Gambar 4. 2 Grafik Pengujian Tarik Raw Material	32
Gambar 4. 3 Grafik Tegangan dan Regangan Spesimen Raw Material.....	38
Gambar 4. 4 Grafik Pengujian Tarik Spesimen 1, 2, dan 3 Variasi elektroda Ø2,6 Arus 90 Ampere	39
Gambar 4. 5 Grafik Tegangan dan Regangan Spesimen Pengelasan Elektroda Ø2,6 Arus 90 Ampere	41
Gambar 4. 6 Grafik Pengujian Tarik Variasi elektroda Ø2,6 Arus 110 Ampere	42
Gambar 4. 7 Grafik Tegangan dan Regangan Spesimen Pengelasan Elektroda Ø2,6 Arus 110 Ampere	44
Gambar 4. 8 Grafik Pengujian Tarik Spesimen 1, 2, dan 3 Variasi elektroda Ø2,6 Arus 130 Ampere	45
Gambar 4. 9 Grafik Tegangan dan Regangan Spesimen Pengelasan Elektroda Ø2,6 Arus 130 Ampere	47
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Tegangan dan Regangan Spesimen Pengelasan Elektroda Ø2,6 Arus 90, 110, dan 130 Ampere	48
Gambar 4. 11 Grafik Pengujian Tarik Variasi elektroda Ø3,2 Arus 90 Ampere	49

Gambar 4. 12 Grafik Tegangan dan Regangan Spesimen Pengelasan Elektroda Ø3,2 Arus 90 Ampere	51
Gambar 4. 13 Grafik Pengujian Tarik Variasi elektroda Ø3,2 Arus 110 Ampere	52
Gambar 4. 14 Grafik Pengujian Tarik variasi elektroda Ø3,2 Arus 110 Ampere	54
Gambar 4. 15 Grafik Pengujian Tarik Spesimen 1, 2, dan 3 Variasi elektroda Ø3,2 Arus 130 Ampere	55
Gambar 4. 16 Grafik Pengujian Tarik variasi elektroda Ø3,2 Arus 130 Amper.....	57
Gambar 4. 17 Grafik Perbandingan Tegangan dan Regangan Spesimen Pengelasan Elektroda Ø3,2 Arus 90, 110, dan 130 Ampere	58
Gambar 4. 18 Grafik Pengujian Tarik Variasi elektroda Ø4 Arus 90 Ampere	59
Gambar 4. 19 Grafik Pengujian Tarik variasi elektroda Ø4 Arus 90 Ampere	61
Gambar 4. 20 Grafik Pengujian Tarik Spesimen 1, 2, dan 3 Variasi elektroda Ø4 Arus 110 Ampere	62
Gambar 4. 21 Grafik Pengujian Tarik variasi elektroda Ø4 Arus 110 Amper.....	64
Gambar 4. 22 Grafik Pengujian Tarik Spesimen 1, 2, dan 3 Variasi elektroda Ø4 Arus 130 Ampere	65
Gambar 4. 23 Grafik Pengujian Tarik variasi elektroda Ø4 Arus 130 Amper.....	67
Gambar 4. 24 Grafik Perbandingan Tegangan dan Regangan Spesimen Pengelasan Elektroda Ø4 Arus 90, 110, dan 130 Ampere	68
Gambar 4. 25 Grafik perbandingan semua variasi.....	68
Gambar 4. 26 Grafik ketangguhan yang diperoleh dari RAW Material	71
Gambar 4. 27 Grafik ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø2,6 dengan Arus 90 Ampere.....	73
Gambar 4. 28 Grafik ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø2,6 dengan Arus 110 Ampere.....	75
Gambar 4. 29 Grafik ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø2,6 dengan Arus 130 Ampere.....	77
Gambar 4. 30 Grafik perbandingan ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø2,6 dengan Arus 90, 110, dan 130 Ampere	78
Gambar 4. 31 Grafik ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø3,2 dengan Arus 90 Ampere.....	80
Gambar 4. 32 Grafik ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø3,2 dengan Arus 110 Ampere.....	82
Gambar 4. 33 Grafik ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø3,2 dengan Arus 130 Ampere.....	84
Gambar 4. 34 Grafik perbandingan ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø3,2 dengan Arus 90, 110, dan 130 Ampere	85

Gambar 4. 35 Grafik ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø4 dengan Arus 90 Ampere	87
Gambar 4. 36 Grafik ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø4 dengan Arus 110 Ampere	89
Gambar 4. 37 Grafik ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø4 dengan Arus 130 Ampere	91
Gambar 4. 38 Grafik perbandingan ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø4 dengan Arus 90, 110, dan 130 Ampere	92
Gambar 4. 39 Grafik perbandingan ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø2,6 Ø3,2 dan Ø4 dengan Arus 90, 110, dan 130 Ampere	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Elektroda Terbungkus dari Baja Lunak.....	7
Tabel 2.2 Macam – macam bentuk kumpuh.....	10
Tabel 2. 3 Komposisi kimia pelat baja ASTM A36.....	11
Tabel 2. 4 Tensile Requirements.....	11
Tabel 4. 1 Ukuran Spesimen Uji Tarik JIS Z2201	31
Tabel 4. 2 Data Uji Tarik Raw Material.....	33
Tabel 4. 3 Data Hasil Tegangan dan Regangan Pengujian Tarik Raw Material.....	35
Tabel 4.4 Data rata – rata Tegangan dan Regangan Spesimen Raw Material.....	36
Tabel 4.5 Uji Tarik Variasi Elektroda Ø2,6 Arus 90 Ampere.....	40
Tabel 4. 6 Data Rata – Rata Tegangan dan Regangan Spesimen pada Variasi elektroda 2,6 dengan Arus 90 Ampere.....	41
Tabel 4. 7 Data Uji Tarik Variasi Elektroda Ø2,6 Arus 110 Ampere.....	43
Tabel 4. 8 Data rata – rata Tegangan dan Regangan Spesimen pada Variasi elektroda 2,6 dengan Arus 110 Ampere.....	44
Tabel 4. 9 Data Uji Tarik Variasi Elektroda Ø2,6 Arus 130 Ampere.....	46
Tabel 4.10 Data rata – rata Tegangan dan Regangan Spesimen pada Variasi elektroda 2,6 dengan Arus 130 Ampere.....	47
Tabel 4. 11 Data Uji Tarik Variasi Elektroda Ø3,2 Arus 90 Ampere.....	50
Tabel 4. 12 Data rata – rata Tegangan dan Regangan pada Variasi elektroda 3,2 dengan Arus 90 Ampere.....	51
Tabel 4. 13 Data Uji Tarik Variasi Elektroda Ø3,2 Arus 110 Ampere.....	53
Tabel 4.14 Data rata – rata Tegangan dan Regangan Spesimen pada Variasi elektroda 3,2 dengan Arus 110 Ampere.....	54
Tabel 4. 15 Data Uji Tarik Variasi Elektroda Ø3,2 Arus 130 Ampere.....	56
Tabel 4. 16 Data rata – rata Tegangan dan Regangan Spesimen pada Variasi elektroda 3,2 dengan Arus 130 Ampere.....	57
Tabel 4.17 Data Uji Tarik Variasi Elektroda Ø4 Arus 90 Ampere.....	60
Tabel 4. 18 Data rata – rata Tegangan dan Regangan Spesimen pada Variasi elektroda 4 dengan Arus 90 Ampere.....	61
Tabel 4. 19 Data Uji Tarik Variasi Elektroda Ø4 Arus 110 Ampere.....	63
Tabel 4. 20 Data rata – rata Tegangan dan Regangan Spesimen pada Variasi elektroda 4 dengan Arus 110 Ampere.....	64
Tabel 4. 21 Data Uji Tarik Variasi Elektroda Ø4 Arus 130 Ampere.....	66
Tabel 4.22 Data rata – rata Tegangan dan Regangan Spesimen pada Variasi elektroda 4 dengan Arus 130 Ampere.....	67

Tabel 4. 23 Hasil data uji ketangguhan	69
Tabel 4. 24 Data hasil Uji Ketangguhan Raw Material	70
Tabel 4. 25 Data ketangguhan yang diperoleh dari RAW Material	71
Tabel 4. 26 Data Hasil Uji Ketangguhan Pengelasan Variasi Ø2,6 arus 90A	72
Tabel 4. 27 Data ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø2,6 dengan Arus 90 Ampere	72
Tabel 4.28 Data Hasil Uji Ketangguhan Pengelasan Variasi elektroda Ø2,6 arus 110 A	74
Tabel 4. 29 Data ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø2,6 dengan Arus 110 Ampere	74
Tabel 4. 30 Data Hasil Uji Ketangguhan Pengelasan Variasi elektroda Ø2,6 arus 130 A	76
Tabel 4. 31 Data ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø2,6 dengan Arus 130 Ampere	76
Tabel 4. 32 Data Hasil Uji Ketangguhan Pengelasan Variasi elektroda Ø3,2 arus 90 A	79
Tabel 4. 33 Data ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø3,2 dengan Arus 90 Ampere	79
Tabel 4. 34 Data Hasil Uji Ketangguhan Pengelasan Variasi elektroda Ø3,2 arus 110A	81
Tabel 4.35 Data ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø3,2 dengan Arus 110 Ampere	81
Tabel 4. 36 Data Hasil Uji Ketangguhan Pengelasan Variasi elektroda Ø3,2 arus 130 A	83
Tabel 4. 37 Data ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø3,2 dengan Arus 130 Ampere	83
Tabel 4.38 Data Hasil Uji Ketangguhan Pengelasan Variasi elektroda Ø4 arus 90 A	86
Tabel 4. 39 Data ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø4 dengan Arus 90 Ampere	86
Tabel 4. 40 Data Hasil Uji Ketangguhan Pengelasan Variasi elektroda Ø4 arus 110 A	88
Tabel 4. 41 Data ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø4 dengan Arus 110 Ampere	88
Tabel 4.42 Data Hasil Uji Ketangguhan Pengelasan Variasi elektroda Ø4 arus 130 A	90
Tabel 4.43 Data ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø4 dengan Arus 130 Ampere	90