

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN VARIASI
MEDIA PENDINGIN PADA PENGELASAN SMAW UNTUK
MATERIAL ASTM A36 TERHADAP CACAT
LAS DAN SIFAT MEKANIK**



Disusun Oleh :

ACHMAD SYARIF HIDAYATULLAH SANINGRAM

NBI : 1421900147

ADI SETYAWAN

NBI : 1421900180

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

2023

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN VARIASI
MEDIA PENDINGIN PADA PENGELASAN SMAW UNTUK
MATERIAL ASTM A36 TERHADAP CACAT
LAS DAN SIFAT MEKANIK**



Disusun Oleh :

ACHMAD SYARIF HIDAYATULLAH SANINGRAM
NBI : 1421900147

ADI SETYAWAN
NBI : 1421900180

**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 : ACHMAD SYARIF HIDAYATULLAH
SANINGRAM
NBI : 1421900147
NAMA : ADI SETYAWAN
NBI : 1421900180
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS
DAN VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA
PENGELASAN SMAW UNTUK MATERIAL ASTM
A36 TERHADAP CACAT LAS DAN SIFAT
MEKANIK

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



Edi Santoso, S.T., M.T.
NPP. 20420960485

Dekan
Fakultas Teknik


Dr. Ir. Sajiyo, M. Kes. IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410900197



Ketua Program Studi
Teknik Mesin


Edi Santoso, S.T., M.T.
NPP. 20420960485

PENYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul :

ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA PENGELASAN SMAW UNTUK MATERIAL ASTM A36 TERHADAP CACAT LAS DAN 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 pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instalasi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.



Achmad Syarif H. S
NBI. 1421900147



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

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 : Achmad Syarif Hidayatullah Saningram
NBI/ NPM : 1421900147
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:

ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA PENGELASAN SMAW UNTUK MATERIAL ASTM A36 TERHADAP CACAT LAS DAN 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 : 30 Juli 2023



(Achmad Syarif Hidayatullah Saningram)

*Coret yang tidak perlu



LEMBAR PERSEMBAHAN

PERSEMBAHAN :

Saya ucapkan terima kasih kepada Allah Subhanahu Wa Ta'la, karena berkat rahmat dan hidayah – Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Kepada orang tua dan segenap keluarga yang telah memberikan semangat dan doa yang tiada henti sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Edi Santoso, ST., MT selaku Dosen Pembimbing dan Kaprodi Teknik Mesin 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/ibu Dosen matakuliah di prodi Teknik Mesin UNTAG Surabaya.
5. Seluruh teman – teman seperjuangan khususnya Teknik Mesin Angkatan 2019 yang telah banyak sekali membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

KATA MUTIARA :

“ Ilmu itu kehidupan hati dari kebutaan, sinar penglihatan daripada kezaliman dan tenaga badan dari kelemahan “

Imam Al – Ghazali

ABSTRAK

ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA PENGELASAN SMAW UNTUK MATERIAL ASTM A36 TERHADAP CACAT LAS DAN SIFAT MEKANIK

Di era globalisasi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi penyambungan logam dengan teknik pengelasan semakin berkembang. Pengelasan adalah proses penyambungan 2 bagian material logam menggunakan energi panas. Dalam penyambungan material logam terdapat hal-hal yang mempengaruhi hasil lasan salah satunya yaitu penyetelan kuat arus pengelasan dimana arus ini berpengaruh pada proses laju pendinginan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui ketahanan kekerasan, besaran sifat mekanik dan ada tidaknya cacat pada sambungan las Material Baja ASTM A36 ketika diberi variasi kuat arus 100A, 110A, 120A dan variasi media pendingin Oli SAE 10W-30, collant, dan air. Metode yang dipakai adalah pengujian mekanik dan pengujian cacat pengelasan. Hasil yang didapatkan pada pengujian NDT Liquid Penetran sambungan las terbaik didapat pada media pendingin Coolant pada kuat arus 120 A dimana hanya terdapat sedikit cacat undercut karena penggunaan ampere tinggi dan gerakan travel speed yang cepat.

Dari hasil pengujian kekerasan terjadi peningkatan nilai kekerasan di daerah weld metal pada spesimen media pendingin coolant dengan kuat arus 120 A menghasilkan 87 HRB dikarenakan daerah weld metal menerima panas yang maksimal. Dari hasil pengujian tarik nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen media pendingin coolant dengan kuat arus 120 A dengan nilai rata-rata tegangan maksimum sebesar 43,37 kg/mm² dan nilai regangan sebesar 24,7%. Hal ini menandakan semakin besar arus pengelasan maka nilai kekerasan dan kekuatan tarik semakin meningkat serta media pendingin coolant yang mengandung zat etilen glikol yang berfungsi menaikkan titik didih dan titik beku lebih rendah.

Kata kunci : Media Pendingin, Kuat Arus, Sifat Mekanik, Cacat Pengelasan, Baja ASTM A36

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECT OF CURRENT VARIATION AND COOLING MEDIA VARIATION IN SMAW WELDING FOR ASTM A36 MATERIAL ON WELDING DEFECTS AND MECHANICAL PROPERTIES

In the era of globalization, scientific and technological advances in joining metals using welding techniques are growing. Welding is a process of connecting 2 parts of metal material using heat energy. In joining metal materials there are things that affect the results of the weld, one of which is the setting of the welding current strength where this current affects the cooling rate process.

The purpose of this study was to determine the hardness resistance, the magnitude of the mechanical properties and the presence or absence of defects in welded joints of ASTM A36 Steel Materials when given variations in current strength of 100A, 110A, 120A and variations of cooling media SAE 10W-30 oil, collant, and water. The method used is mechanical testing and testing of welding defects. The results obtained in the NDT Liquid Penetrant test for the best welded joints were obtained on the Coolant cooling medium at a current strength of 120 A where there were only a few undercut defects due to the use of high amperage and fast travel speed movements.

From the results of the hardness test, there was an increase in the hardness value in the weld metal area in the coolant cooling media specimen with a current strength of 120 A resulting in 87 HRB because the weld metal area received maximum heat. From the results of the tensile test, the highest tensile strength value was found in the coolant cooling media specimen with a current strength of 120 A with an average maximum stress value of 43.37 kg/mm² and a strain value of 24.7%. This indicates that the greater the welding current, the value of hardness and tensile strength increases and the coolant cooling medium containing ethylene glycol which functions to raise the boiling point and lower freezing point.

Keywords: *Cooling Media, Current Strength, Mechanical Properties, Welding Defects, ASTM A36 Steel*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada kepada Tuhan Yang Maha Esa, serta atas segala Rohman dan Rohimnya sehingga peneliti dapat menyelesaikan penyusunan proposal Tugas akhir dengan judul : “ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA PENGELOMOKAN SMAW UNTUK MATERIAL ASTM A36 TERHADAP CACAT LAS DAN SIFAT MEKANIK“. Laporan ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program studi S1 Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya untuk bisa dinyatakan lulus dengan mendapatkan gelar Strata I.

Kiranya penulis tidak akan mampu menyelesaikan proposal tugas akhir ini tanpa bantuan, saran, dukungan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu kami sebagai peneliti mengucapkan terima kasih sebanyak – banyaknya kepada :

1. Bapak Edi Santoso S.T., M.T. Selaku ketua prodi teknik mesin dan dosen pembimbing kami yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan ide, arahan, bimbingan dan motivasi selama pengerjaan proposal tugas akhir.
2. Bapak Maula Nafi, S.T., M.T. Selaku koordinator tugas akhir prodi S1 Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Segenap bapak dan ibu dosen pengajar di prodi Teknik Mesin UNTAG Surabaya, yang telah memberikan banyak ilmu dan pengetahuan selama kami menuntut ilmu di kampus UNTAG Surabaya.
4. Orang tua tercinta Bapak dan Ibu serta keluarga besar saya yang selalu memberikan semangat, doa, serta dukungan dalam bentuk apapun.
5. Serta seluruh pihak yang belum disebutkan diatas dimana telah memberikan doa dan dukungan bagi peneliti hingga proposal tugas akhir ini selesai tepat waktu.

Surabaya, 30 Juli 2023



Achmad Syarif H. S
NBI. 1421900147

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan	ii
Pertanyaan Keaslian.....	iii
Lembar Persembahan	iv
Abstrak	v
Abstract	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel	xiv

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengelasan (Welding)	5
2.1.1 Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding)	5
2.1.2 Elektroda	6
2.1.3 Kampuh las.....	7
2.1.4 Posisi Pengelasan	8
2.2 Pendinginan (colling)	8
2.3 Pengujian Mekanik.....	9
2.3.1 Pengujian Tarik	9
2.3.2 Pengujian Kekerasan	10
2.3.2.1 Metode Pengujian Rockwell	10
2.3.2.2 Pengujian Cacat Pengelasan.....	13
2.4.1 Non Destructive Test (NDT).....	17
2.4.2 NDT Liquid Penetrant.....	17
2.4.3 Standar AWS dan ASME.....	18

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Flow Chart kegiatan Penelitian	19
3.2 Perencanaan Penelitian.....	20

3.2.1	Mulai	20
3.2.2	Studi literatur.....	20
3.2.3	Persiapan bahan.....	20
3.2.4	Proses Pengelasan	20
3.2.5	Proses Pendinginan	20
3.2.6	Pembentukan spesimen	20
3.2.7	Pengujian Spesimen	21
3.2.8	Analisis Data	21
3.2.9	Pembahasan	21
3.2.10	Kesimpulan.....	21
3.3	Bahan dan Alat.....	21
3.3.1	Bahan.....	21
3.3.2	Alat.....	24
3.3.3	Proses Pembuatan Kampuh V	29
3.3.4	Pengelasan SMAW (Shield Metal Arc Welding) dan Pendinginan material las	30
3.4	Pengujian Material	32
3.4.1	Pengujian Non Destructive Testing Liquid Penetran	32
3.4.2	Pembuatan Spesimen Uji Rockwell dan Uji Tarik.....	33
3.4.3	Pengujian Rockwell.....	34
3.4.4	Pengujian Tarik	35
BAB 4 ANALISA DATA		
4.1	Hasil NDT Penetrant Test	37
4.2	Hasil Uji Kekerasan (<i>Hardness Test</i>).....	42
4.2.1	Uji Kekerasan Rockwell Spesimen Raw Material	42
4.2.2	Uji Kekerasan Rockwell Pada Media Pendingin Oli SAE 10W	43
4.2.3	Uji Kekerasan Rockwell Pada Media Pendingin Coolant	44
4.2.4	Uji Kekerasan Rockwell Pada Media Pendingin Air	45
4.2.5	Uji Kekerasan Rockwell Berdasarkan Nilai Rata-rata	46
4.3	Hasil Uji Tarik (<i>Tensile Test</i>).....	48
4.3.1	Uji Tarik Raw Material Baja ASTM A36	48
4.3.2	Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin Air dengan kuat arus 100 A	50
4.3.3	Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin Air dengan kuat arus 110 A	51
4.3.4	Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin Air dengan kuat arus 120 Ampere.....	53

4.3.5	Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin oli SAE 10W 30 dengan kuat arus 100 Ampere.....	54
4.3.6	Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin Oli dengan kuat arus 110 Ampere.....	56
4.3.7	Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin oli SAE 10W 30 dengan kuat arus 120 Ampere.....	57
4.3.8	Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin Coolant dengan kuat arus 100 Ampere.....	59
4.3.9	Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin coolant dengan kuat arus 110 Ampere.....	60
4.3.10	Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin coolant dengan kuat arus 120 Ampere.....	62
4.3.11	Nilai rata-rata uji tarik pada spesimen Baja ASTM A36 pada variasi media pendingin dan kuat arus.....	63
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....		69
LAMPIRAN.....		71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Las SMAW Dengan Elektroda Terbungkus	5
Gambar 2.2 Pemindahan Logam Cair	5
Gambar 2.3 Kampuh las V	7
Gambar 2.4 Alur sambungan las tumpul	7
Gambar 2.5 Groove Welds In Plate	8
Gambar 2.6 Garis-garis pendinginan diagram Continuous Cooling	8
Gambar 2.7 Kurva tegangan-regangan	10
Gambar 2.8 Langkah-langkah penekanan metode Rockwell	11
Gambar 2.9 Bentuk Indentor Rockwell kerucut intan dan bola baja	12
Gambar 2.10 Proses Pengujian Rockwell	13
Gambar 2.11 Cacat-cacat pada las	13
Gambar 2.12 Cacat Undercut	14
Gambar 2.13 Cacat Porositas	14
Gambar 2.14 Cacat Terak Welding Defect Slag Inclusion	15
Gambar 2.15 Cacat Incomplete Fusion	15
Gambar 2.16 Cacat Percikan	16
Gambar 2.17 Perbedaan Hasil Pengelasan	17
Gambar 2.18 Liquid Penetrant	17
Gambar 3.1 diagram alir penelitian	19
Gambar 3.2 Spesimen material pengelasan	20
Gambar 3.3 Spesimen Uji Tarik Standart ASTM E8	21
Gambar 3.4 Oli SAE 10W-30	22
Gambar 3.5 coolant	23
Gambar 3.6 Air pump	23
Gambar 3.7 Plat baja ASTM A36	24
Gambar 3.8 Mesin las arus las DC	24
Gambar 3.9 Elektroda RB-26	25
Gambar 3.10 Mesin Milling	25
Gambar 3.11 Gerinda Tangan	25

Gambar 3.12 Apron.....	26
Gambar 3.13 Welding Gloves	26
Gambar 3.14 Safety Shoes	26
Gambar 3.15 Helm atau Topeng Las	27
Gambar 3.16 Masker Las	27
Gambar 3.17 Jangka Sorong	27
Gambar 3.18 Gelas Ukur.....	28
Gambar 3.19 Kaleng Bekas.....	28
Gambar 3.20 Ciping Las	28
Gambar 3.21 Tang.....	29
Gambar 3.22 Kamera HP	29
Gambar 3.23 Proses pembuatan kampuh las dengan mesin frais.....	29
Gambar 3.24 Tack weld pada material.....	30
Gambar 3.25 Filler Material RB 26 E6013	30
Gambar 3.26 Hotpas.....	31
Gambar 3.27 Proses Pengelasan.....	31
Gambar 3.28 Media Pendingin.....	31
Gambar 3.28 Proses Pembersihan	31
Gambar 3.29 Proses Pendinginan.....	32
Gambar 3.30 Hasil Pengelasan dan Pendinginan	32
Gambar 3.31 Proses Pengujian NDT Liquid Penetran.....	33
Gambar 3.32 Spesimen Uji Rockwel	33
Gambar 3.33 Spesimen Uji Tarik.....	34
Gambar 3.34 Pengujian Rockwell	34
Gambar 3.35 Mesin Uji Tarik	35
Gambar 4.1 Titik Indentasi.....	42
Gambar 4.1 Diagram Nilai Rata-rata Kekerasan Spesiment Raw Material	42
Gambar 4.2 Diagram Nilai Rata-rata Kekerasan Pada Media Pendingin Oli SAE 10W 30 dengan variasi kuat arus 100 A, 110 A, dan 120 A.	43
Gambar 4.3 Diagram Nilai Rata-rata Kekerasan pada Pada Media Pendingin Coolant dengan variasi kuat arus 100 A, 110 A, dan 120 A.	45

Gambar 4.4 Diagram Nilai Rata-rata Kekerasan pada Pada Media Pendingin Air dengan variasi kuat arus 100 A, 110 A, dan 120 A.....	46
Gambar 4.5 Diagram Nilai Rata-rata Kekerasan pada Pada Media Pendingin Air, Coolant, dan Oli SAE 10W 30 dengan variasi kuat arus 100 A, 110 A, dan 120 A. 47	47
Gambar 4.6 Grafik Hasil Uji Tarik Raw Material Baja ASTM A36	49
Gambar 4.7 Grafik Hasil Uji Tarik Material Baja ASTM A36 dengan media pendingin air dengan kuat arus 100 A.....	51
Gambar 4.8 Grafik Hasil Uji Tarik Material Baja ASTM A36 dengan media pendingin air dengan kuat arus las 110 A	52
Gambar 4.9 Grafik Hasil Uji Tarik Material Baja ASTM A36 dengan media pendingin coolant dengan kuat arus las 110 A.....	54
Gambar 4.10 Grafik Hasil Uji Tarik Material Baja ASTM A36 dengan media pendingin oli SAE 10W 30 dengan kuat arus 100 A	55
Gambar 4.11 Grafik Hasil Uji Tarik Material Baja ASTM A36 dengan media pendingin oli SAE 10W 30 dengan kuat arus las 110 A.....	57
Gambar 4.12 Grafik Hasil Uji Tarik Material Baja ASTM A36 dengan media pendingin oli SAE 10W 30 dengan kuat arus 120 A	58
Gambar 4.13 Grafik Hasil Uji Tarik Material Baja ASTM A36 dengan media pendingin coolant dengan kuat arus 100 A	60
Gambar 4.14 Grafik Hasil Uji Tarik Material Baja ASTM A36 dengan media pendingin coolant dengan kuat arus las 110 A.....	63
Gambar 4.15 Grafik Hasil Uji Tarik Material Baja ASTM A36 dengan media pendingin coolant dengan kuat arus 120 A	61
Gambar 4.16 Grafik Hasil Nilai Rata-Rata Uji Tarik Material Baja ASTM A36 dengan media pendingin coolant dan kuat arus.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar DIN 50103	11
Tabel 2.2 Petunjuk huruf.....	12
Tabel 4.1 Hasil NDT Penetrant Test Pada sambungan las plat baja ASTM A36 dengan media pendingin Oli SAE 10W 30 dengan variasi kuat arus 100 A, 110 A, dan 120 A.	37
Tabel 4.2 Hasil NDT Penetrant Test Pada sambungan las plat baja ASTM A36 dengan media pendingin Collant dengan variasi kuat arus 100 A, 110 A, dan 120 A.	39
Tabel 4.3 Hasil NDT Penetrant Test Pada sambungan las plat baja ASTM A36 dengan media pendingin Air dengan variasi kuat arus 100 A, 110 A, dan 120 A.	40
Tabel 4.4 Nilai Hasil Uji Kekerasan <i>Rockwell</i> Spesiment Raw Material	42
Tabel 4.5 Nilai Hasil Uji Kekerasan <i>Rockwell</i> Pada Media Pendingin Oli SAE 10W dengan variasi kuat arus 100 A, 110 A, dan 120 A.	43
Tabel 4.6 Nilai Hasil Uji Kekerasan <i>Rockwell</i> Pada Media Pendingin <i>Coolant</i> dengan variasi kuat arus 100 A, 110 A, dan 120 A.	44
Tabel 4.7 Nilai Hasil Uji Kekerasan <i>Rockwell</i> Pada Media Pendingin air dengan variasi kuat arus 100 A, 110 A, dan 120 A.	45
Tabel 4.8 Spesifikasi Material Uji Tarik Spesimen	48
Tabel 4.9 Data Uji Tarik Spesimen Raw Material	48
Tabel 4.10 Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan pada Uji Tarik Spesimen Raw Material	49
Tabel 4.11 Data Uji Tarik Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin air dengan kuat arus 100 A.	50
Tabel 4.12 Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan	50
Tabel 4.13 Data Uji Tarik Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin air dengan kuat arus las 110 A	51
Tabel 4.14 Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan	52
Tabel 4.15 Data Uji Tarik Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin air dengan kuat arus 120 A.	53
Tabel 4.16 Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan	53
Tabel 4.17 Data Uji Tarik Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin oli SAE 10W 30 dengan kuat arus 100 A.	54
Tabel 4.18 Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan	55

Tabel 4.19 Data Uji Tarik Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin oli SAE 10W 30 dengan kuat arus 110 A.....	56
Tabel 4.20 Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan	56
Tabel 4.21 Data Uji Tarik Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin oli SAE 10W 30 dengan kuat arus 120 A.....	57
Tabel 4.22 Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan	58
Tabel 4.23 Data Uji Tarik Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin coolant dengan kuat arus 100 A.....	59
Tabel 4.24 Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan	59
Tabel 4.25 Data Uji Tarik Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin coolant dengan kuat arus 110 A.....	60
Tabel 4.26 Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan	62
Tabel 4.27 Data Uji Tarik Spesimen Baja ASTM A36 pada media pendingin coolant dengan kuat arus 120 A.....	60
Tabel 4.28 Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Regangan	61
Tabel 4.29 Data Hasil Perhitungan Keseluruhan Nilai Rata-rata Tegangan dan Regangan.....	63