

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN  
DAN UKURAN ELEKTRODA PADA PROSES  
PREHEATING BAJA ST 42 PADA PROSES  
PENGELASAN SMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK  
DAN CACAT LAS**



**Disusun Oleh :**

**MAS AJI AHMAD RIVAI**

**NBI : 1421900034**

**TRI JATMIKO AJI P.**

**NBI : 1421900006**

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

**2024**

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN DAN UKURAN ELEKTRODA PADA PROSES PREHEATING BAJA ST 42 PADA PROSES PENGELASAN SMA TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN CACAT LAS**



**Disusun oleh:**

**MAS AJI AHMAD RIVAI**

**(1421900034)**

**TRI JATMIKO AJI P.**

**(1421900006)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2024**

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN DAN UKURAN ELEKTRODA PADA PROSES PREHEATING BAJA ST 42 PADA PROSES PENGELASAN SMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN CACAT LAS**

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1)  
Pada Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

**Disusun oleh:**

**MAS AJI AHMAD RIVAI**

**(1421900034)**

**TRI JATMIKO AJI P.**

**(1421900006)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2024**


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

---

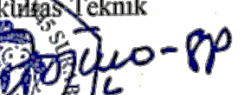
**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**


NAMA : MAS AJI AHMAD RIVAI  
NBI : 1421900034  
NAMA : TRI JATMIKO AJI P.  
NBI : 1421900006  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA  
PENDINGIN DAN UKURAN ELEKTRODA  
PADA PROSES PREHEATING BAJA ST 42  
PADA PROSES PENGELASAN SMAW  
TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN CACAT  
LAS

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing

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

Dekan  
Fakultas Teknik

  
Dr. Ir. Sajiyo, M. Kes., IPU., ASEAN Eng.  
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: **ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN DAN UKURAN ELEKTRODA PADA PROSES PREHEATING BAJAST 42 PADA PROSES PENGELASAN SMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN CACAT LAS** 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, 15 Januari 2024







UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN

Jl. Semolowaru 45 Surabaya  
Tlp. 031 593 1800 (ex.311)  
Email: perpus@untag-sby.ac.id

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNT UK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Mas Aji Ahmad Rivai  
NBI/NPM : 1421900034  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenis Karya : Tugas Akhir/~~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 MEDIA PENDINGIN DAN UKURAN ELEKTRODA PADA PROSES PREHEATING BAJA ST 42 PADA PROSES PENGELASAN SMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN CACAT LAS”**

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 tercantumkan nama saya sebagai penulis,

Di buat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada Tanggal : 15 Januari 2024

Yang  
Menyetakan,



\*Coret yang tidak perlu

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

### **PERSEMBAHAN :**

Saya ucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan segala rahmat, petunjuk, dan kesehatan yang telah diberikan kepada saya dalam perjalanan saya menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga besar saya tercinta yang selalu mendukung, mendoakan, dan memotivasi kami dalam menyelesaikan pendidikan ini.
2. Bapak Edi Santoso, ST., MT, Selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk selalu sabar membimbing saya dalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini.
3. Bapak Edi Santoso, ST., MT, Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes. selaku Dekan Fakultas Teknik
5. Segenap jajaran dosen program studi Teknik Mesin.
6. Segenap jajaran karyawan dan staff program studi Teknik Mesin.
7. Teman-teman dan sahabat saya yang menerima saya dengan tangan terbuka untuk membantu, mendukung, dan memberi nasihat baik yang berdomisili di Surabaya, maupun di luar Surabaya.
8. Mas Yoseph dan seluruh pihak yang belum disebutkan yang memberikan dukungan bagi saya.

## ABSTRAK

### ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN DAN UKURAN ELEKTRODA PADA PROSES PREHEATING BAJA ST 42 PADA PROSES PENGELOMAN SMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN CACAT LAS

*Pada dunia industri dibidang konstruksi proses pengelasan adalah salah satu pekerjaan yang paling sering digunakan. Pengelasan sering digunakan pada proses penyambungan material logam, maupun maintenance pada alat-alat yang terbuat dari logam maupun stainless steel, ruang lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, saluran pipa dan lain sebagainya.*

*Pada penelitian ini menggunakan metode pengelasan SMAW (Shield Metal Arc Welding) menggunakan laku panas preheating dengan variasi media pendingin air, oli, dan udara dan variasi diameter elektroda yaitu  $\varnothing 2,6$  mm,  $\varnothing 3,2$  mm,  $\varnothing 4$  mm menggunakan jenis elektroda RD460. Pertama pengambilan data spesimen RAW digunakan untuk perbandingan data yang sebelum dilakukan proses apapun dan setelah dilakukan proses preheating dan pengelasan, kedua pengambilan data spesimen setelah proses preheating dan pengelasan lalu hasil pengelasan di uji dye penetrant, uji kekerasan dan uji tarik, yang ketiga yaitu tahap analisa data, dimana data yang telah diperoleh dari hasil pengujian di olah dan dievaluasi lalu di dapatkan kesimpulan .*

*Hasil pengujian kekerasan rockwell dari variasi media pendingin dan variasi diameter elektroda dapat diketahui bahwa nilai kekerasan tertinggi pada daerah base metal sebesar 72,33 HRB dengan media pendingin air menggunakan elektroda  $\varnothing 4$ . Pada pengujian tarik nilai tegangan dan regangan paling tinggi di dapat pada perlakuan hardening menggunakan media pendingin air dengan pengelasan diameter 4 sebesar 46,40 N/mm<sup>2</sup> dengan nilai regangan sebesar 30,20%. Dan nilai tegangan regangan paling kecil didapat pada media pendingin udara pada pengelasan menggunakan diameter 3,2 dengan nilai tegangan sebesar 38,73 N/mm<sup>2</sup> dengan nilai regangan sebesar 44,31 %. Dari pengaruh proses pengelasan menggunakan elektroda  $\varnothing 2,6$ ,  $\varnothing 3,2$  dan  $\varnothing 4$  didapatkan nilai cacat las paling banyak pada variasi pengelasan  $\varnothing 2,6$  media pendingin oli, udara  $\varnothing 3,2$  Air dan  $\varnothing 4$  media pendingin air, oli, udara sedangkan cacat las paling sedikit di dapat pada pengelasan  $\varnothing 2,6$  air,  $\varnothing 3,2$  oli dan udara*

**Kata Kunci : Hardening, Las SMAW, sifat mekanik, baja ST 42, uji penetrant**



## ABSTRACT

### ANALYSIS OF THE EFFECT OF COOLING MEDIA VARIATIONS AND ELECTRODE SIZE IN THE ST 42 STEEL PREHEATING PROCESS IN THE SMAW WELDING PROCESS ON MECHANICAL PROPERTIES AND WELD DEFECTS

*In the industrial world in the field of construction, the welding process is one of the most frequently used jobs. Welding is often used in the process of joining metal materials, as well as maintenance on tools made of metal or stainless steel, the scope of the use of welding techniques in construction is very broad, including shipping, bridges, steel frames, pipelines and so on.*

*In this study, the SMAW (Shield Metal Arc Welding) welding method was used using preheating heat treatment with variations in water, oil and air cooling media and variations in electrode diameter, namely  $\varnothing 2.6$  mm,  $\varnothing 3.2$  mm,  $\varnothing 4$  mm using RD460 electrode types. First, RAW specimen data collection is used for comparison of data before any process is carried out and after preheating and welding processes have been carried out, secondly, specimen data collection after preheating and welding processes, then welding results are subjected to dye penetrant tests, hardness tests and tensile tests, the third stage is data analysis, where the data that has been obtained from the test results is processed and evaluated and then conclusions are obtained.*

*The results of rockwell hardness testing from variations in cooling media and variations in electrode diameter can be seen that the highest hardness value is in the base metal area of 72.33 HRB with water cooling media using  $\varnothing 4$  electrodes. In the tensile test the highest stress and strain values were obtained in the hardening treatment using water cooling media with 4 diameter welding of 46.40 N/mm<sup>2</sup> with a strain value of 30.20%. And the smallest strain stress value is obtained in the air cooling medium for welding using a diameter of 3.2 with a stress value of 38.73 N/mm<sup>2</sup> with a strain value of 44.31%. From the effect of the welding process using electrodes  $\varnothing 2,6$ ,  $\varnothing 3,2$  and  $\varnothing 4$ , the highest value of welding defects was found in welding variations of  $\varnothing 2,6$ , cooling media for oil, air,  $\varnothing 3,2$  water and  $\varnothing 4$ , cooling media for water, oil, air, while the welding defects were the most a little in can at welding  $\varnothing 2,6$  water,  $\varnothing 3,2$  oil and air*

**Keywords : Hardening, SMAW welding, mechanical properties, ST 42 steel, penetrant test**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN DAN UKURAN ELEKTRODA PADA PROSES *PREHEATING* BAJA ST-42 PADA PROSES PENGELASAN SMAW TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN CACAT LAS**”. Penulis sangat menyadari bahwa keberhasilan dalam penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini antara lain:

- 1 Bapak Edi Santoso, ST., MT, Selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk selalu sabar membimbing saya dalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini.
- 2 Bapak, Edi Santoso, ST., MT, Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- 3 Bapak dan Ibu dosen mata kuliah Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang memberikan wawasan
- 4 Para orang tua dan keluarga yang selalu berdoa dan memberikan dukungan moral dan materi serta nasehat agar selalu bersemangat dan pantang menyerah. Terimakasih atas motivasi dan kasih sayang yang selalu diberikan demi kesuksesan saya.
- 5 Mas Yoseph dan seluruh pihak yang belum disebutkan yang memberikan dukungan bagi saya.

Surabaya, 15 Januari 2024

Mas Aji Ahmad Rivai

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang Masalah.....	1
1.2    Perumusan Masalah.....	1
1.3    Batasan Masalah.....	1
1.4    Tujuan Penelitian.....	2
1.5    Manfaat Penelitian.....	2
<b><u>BAB II</u></b> .....	3
DASAR TEORI.....	3
<u>2.1</u> Pengertian Pengelasan.....	3
<u>2.1.1</u> Shielded Metal Arc Welding (SMAW).....	3
<u>2.1.2</u> Pengertian Las SMAW.....	3
2.1.3    Proses pengelasan SMAW.....	4
2.2    Elektroda.....	4
<u>2.2.1</u> <u>Jenis-jenis elektroda SMAW</u> .....	4
2.2.2    Sikap/posisi pada pengelasan.....	6
2.3    Baja ST42.....	7
2.4    Perlakuan panas.....	8
2.4.1    Temperatur Austenitising.....	8

2.4.2	Holding Time.....	9
2.5	Hardening.....	10
2.6	Pengujian kekerasan.....	10
2.7	pengujian tarik.....	10
2.7.1	spesimen uji tarik.....	11
2.8	Uji penetrasi.....	12
2.8.1	prosedur pengujian penetrasi.....	11
BAB III.....		13
METODE PENELITIAN.....		13
3.1	Gambar Diagram Alir (Flowchart).....	13
3.2	Study literature.....	14
3.3	Persiapan Alat dan material.....	14
3.4	Proses perlakuan panas.....	17
3.5	proses pengelasan SMAW.....	18
3.6	Pengujian penetran.....	18
3.7	Pengujian Tarik.....	20
BAB IV.....		23
ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		23
4.1	Uji dye penetrant.....	23
4.1.1	Pengujian <i>dye penetrant</i> pada variasi elektroda Ø 2,6 mm dengan media pendingin air.....	23
4.1.2	Pengujian <i>dye penetrant</i> pada variasi elektroda Ø 2,6 mm dengan media pendingin oli.....	24
4.1.3	Pengujian <i>dye penetrant</i> pada variasi elektroda Ø 2,6 mm dengan media pendingin udara.....	25
4.1.4	Pengujian <i>dye penetrant</i> pada variasi elektroda Ø 3,2 mm dengan media pendingin air.....	26
4.1.5	Pengujian <i>dye penetrant</i> pada variasi elektroda Ø 3,2 mm dengan media pendingin oli.....	27

4.1.6	Pengujian <i>dye penetrant</i> pada variasi elektroda Ø 3,2 mm dengan media pendingin udara.....	28
4.1.7	Pengujian <i>dye penetrant</i> pada variasi elektroda Ø 4 mm dengan media pendingin air.....	29
4.1.8	Pengujian <i>dye penetrant</i> pada variasi elektroda Ø 4 mm dengan media pendingin oli.....	30
4.1.9	Pengujian <i>dye penetrant</i> pada variasi elektroda Ø 4 mm dengan media pendingin udara.....	31
4.2	<i>Hardness Test</i> (Uji Kekerasan).....	33
4.3	Tensile test (uji tarik).....	38
4.3.1	Pengujian Tarik <i>Raw Material</i> .....	39
4.3.2	pengujian tarik variasi media pendingin air elektroda Ø2,6...	41
4.3.3	pengujian tarik variasi media pendingin oli elektroda Ø2,6...	43
4.3.4	pengujian tarik variasi media pendingin udara elektroda Ø2,6.....	44
4.3.5	pengujian tarik variasi media pendingin air elektroda Ø3,2...	46
4.3.6	pengujian tarik variasi media pendingin oli elektroda Ø3,2...	48
4.3.7	pengujian tarik variasi media pendingin udara elektroda Ø3,2.....	49
4.3.8	pengujian tarik variasi media pendingin air elektroda Ø4 .....	51
4.3.9	pengujian tarik variasi media pendingin udara elektroda Ø4 .	53
4.3.10	pengujian tarik variasi media pendingin oli elektroda Ø4 .....	54
<u>BAB V</u> .....		59
<u>KESIMPULAN DAN SARAN</u> .....		59
5.1	<u>Kesimpulan</u> .....	59
5.2	<u>Saran</u> .....	59
<u>DAFTAR PUSTAKA</u> .....		61
<u>LAMPIRAN</u> .....		62



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Proses Pengelasan SMAW .....	4
Gambar 2-2 Grafik Fe-F3c .....	9
Gambar 2-3 Bentuk spesimen uji tarik ASTM E8 .....	11
Gambar 2-4 Liquid penetrant.....	12
Gambar 3-1 persiapan alat .....	16
Gambar 3-2 pemotongan material .....	17
Gambar 3-3 Pembuatan kampuh .....	17
Gambar 3-4 proses perlakuan panas .....	17
Gambar 3-5 proses pengelasan .....	18
Gambar 3-6 Pengujian penetrant .....	19
Gambar 3-7 pengujian kekerasan .....	20
Gambar 3-8 pengujian tarik .....	21
Gambar 4-1 spesimen 1 <i>dye penetrant</i> (elektroda Ø 2,6 media pendingin air) .....	22
Gambar 4-2 spesimen 2 <i>dye penetrant</i> (elektroda Ø 2,6 media pendingin oli) .....	24
Gambar 4-3 spesimen 3 <i>dye penetrant</i> (elektroda Ø 2,6 media pendingin udara) .....	25
Gambar 4-4 spesimen 1 <i>dye penetrant</i> (elektroda Ø 3,2 media pendingin air) .....	26
Gambar 4-5 spesimen 2 <i>dye penetrant</i> (elektroda Ø 3,2 media pendingin oli) .....	27
Gambar 4-6 spesimen 3 <i>dye penetrant</i> (elektroda Ø 3,2 media pendingin udara) .....	28
Gambar 4-7 spesimen 1 <i>dye penetrant</i> (elektroda Ø 4 media pendingin air). 29	
Gambar 4-8 spesimen 2 <i>dye penetrant</i> (elektroda Ø 4 media pendingin oli). 30	
Gambar 4-9 spesimen 1 <i>dye penetrant</i> (elektroda Ø 4 media pendingin udara) .....	31
Gambar 4-10 grafik Keseluruhan Jumlah Cacat Las .....	32
Gambar 4-11 daerah pengambilan data uji kekerasan .....	33
Gambar 4-12 Nilai Kekerasan Variasi Elektroda Ø2,6 .....	34
Gambar 4-13 Nilai Kekerasan Variasi Elektroda Ø3,2 .....	36
Gambar 4-14 Nilai Kekerasan Variasi Elektroda Ø4 .....	37
Gambar 4-15 Nilai Rata-Rata Uji Kekerasan Rockwell .....	38
Gambar 4-16 Dimensi ukuran spesimen uji tarik ( <i>ASTM-E8</i> ).....	39
Gambar 4-17 Nilai Rata-rata RAW Material.....	41

Gambar 4-18 Nilai Rata-rata Pendingin Air Variasi Elektroda Ø2,6...	42
Gambar 4-19 Nilai Rata-rata Pendingin Oli Variasi Elektroda Ø2,6...	44
Gambar 4-20 Nilai Rata-rata Pendingin Udara Variasi Elektroda Ø2,6 .....	45
Gambar 4-21 Nilai Rata-rata Pendingin Air Variasi Elektroda Ø3,2 .....	47
Gambar 4-22 Nilai Rata-rata Pendingin Oli Variasi Elektroda Ø3,2...	49
Gambar 4-23 Nilai Rata-rata Pendingin Udara Variasi Elektroda Ø3,2 .....	50
Gambar 4-24 Nilai Rata-rata Pendingin Air Variasi Elektroda Ø 4.....	52
Gambar 4-25 Nilai Rata-rata Pendingin Udara Variasi Elektroda Ø 4	54
Gambar 4-26 Nilai Rata-rata Pendingin Oli Variasi Elektroda Ø 4.....	56
Gambar 4-27 Nilai Rata-rata Keseluruhan Tegangan Max .....	57

## DAFTAR TABEL

<u>Tabel 4. 1</u> data hasil pengujian dye penetrant variasi elektroda Ø2,6 media pendingin air .....	23
<u>Tabel 4. 2</u> data hasil pengujian dye penetrant variasi elektroda Ø2,6 media pendingin oli .....	24
<u>Tabel 4. 3</u> data hasil pengujian dye penetrant variasi elektroda Ø2,6 media pendingin udara.....	25
<u>Tabel 4. 4</u> data hasil pengujian dye penetrant variasi elektroda Ø3,2 media pendingin air, .....	26
<u>Tabel 4. 5</u> data hasil pengujian dye penetrant variasi elektroda Ø3,2 media pendingin oli .....	27
<u>Tabel 4. 6</u> data hasil pengujian dye penetrant variasi elektroda Ø3,2 media pendingin udara.....	28
<u>Tabel 4. 7</u> data hasil pengujian dye penetrant variasi elektroda Ø4 media pendingin air .....	29
<u>Tabel 4. 8</u> data hasil pengujian dye penetrant variasi elektroda Ø4 media pendingin oli, .....	30
<u>Tabel 4. 9</u> data hasil pengujian dye penetrant variasi elektroda Ø4 media pendingin udara.....	31
<u>Tabel 4. 10</u> <i>Nilai Kekerasan Variasi Elektroda Ø2,6</i> .....	33
<u>Tabel 4. 11</u> <i>Nilai Kekerasan Variasi Elektroda Ø3,2</i> .....	35
<u>Tabel 4. 12</u> <i>Nilai Kekerasan Variasi Elektroda Ø4</i> .....	36
<u>Tabel 4. 13</u> Data Uji Tarik Raw Material .....	39
<u>Tabel 4. 14</u> Data Hasil Perhitungan Rata-rata Tegangan dan Regangan pada Uji Tarik Spesimen <i>Raw Material</i> .....	40
<u>Tabel 4. 15</u> Data Uji Tarik Variasi Pendingin Air Elektroda Ø 2,6 mm .....	41
<u>Tabel 4. 16</u> Data Hasil Perhitungan Rata-rata Tegangan dan Regangan Pada Variasi Elektroda Ø2,6 Media Pendingin Air.....	42
<u>Tabel 4. 17</u> Data hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik variasi pendingin oli elektroda Ø 2,6 mm .....	43
<u>Tabel 4. 18</u> Data Hasil Perhitungan Rata-rata Tegangan dan Regangan Pada Variasi Elektroda Ø2,6 Media Pendingin Oli.....	43

<u>Tabel 4. 19</u> Data Hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen variasi pendingin udara elektroda Ø 2,6 mm.....	44
<u>Tabel 4. 20</u> Data Hasil Perhitungan Rata-rata Tegangan dan Regangan Pada Variasi Elektroda Ø2,6 Media Pendingin Udara .....	45
<u>Tabel 4. 21</u> Data Hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen variasi pendingin Air elektroda Ø 3,2 mm.....	46
<u>Tabel 4. 22</u> Data Hasil Perhitungan Rata-rata Tegangan dan Regangan Pada Variasi Elektroda Ø3,2 Media Pendingin Air. ....	47
<u>Tabel 4. 23</u> Data Hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen variasi pendingin oli Ø 3,2 mm .....	48
<u>Tabel 4. 24</u> Data Hasil Perhitungan Rata-rata Tegangan dan Regangan Pada Variasi Elektroda Ø3,2 Media Pendingin Oli.....	48
<u>Tabel 4. 25</u> Data Hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen variasi pendingin udara elektroda Ø 3,2 mm.....	49
<u>Tabel 4. 26</u> Data Hasil Perhitungan Rata-rata Tegangan dan Regangan Pada Variasi Elektroda Ø3,2 Media Pendingin Udara .....	50
<u>Tabel 4. 27</u> Data Hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen variasi pendingin air elektroda Ø 4 mm.....	51
<u>Tabel 4. 28</u> Data Hasil Perhitungan Rata-rata Tegangan dan Regangan Pada Variasi Elektroda Ø4 Media Pendingin Air.....	52
<u>Tabel 4. 29</u> Data Hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen variasi pendingin udara 950°C elektroda Ø 4 mm.....	53
<u>Tabel 4. 30</u> Data Hasil Perhitungan Rata-rata Tegangan dan Regangan Pada Variasi Elektroda Ø4 Media Pendingin Udara .....	53
<u>Tabel 4. 31</u> Data Hasil perhitungan tegangan dan regangan pada uji tarik spesimen variasi pendingin Oli elektroda Ø 4 mm .....	54
<u>Tabel 4. 32</u> Data Hasil Perhitungan Rata-rata Tegangan dan Regangan Pada Variasi Elektroda Ø4 Media Pendingin Oli.....	55