

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN
SMAW PADA PIPA BAJA KARBON ASTM A106
TERHADAP SIFAT MEKANIK**



Disusun Oleh :

RIAN ARDY TRIANSYAH
NBI : 1421800005

M HAEKAL SEPUTRO A
NBI : 1421800067

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

2022

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN SMAW PADA PIPA BAJA KARBON ASTM A106 TERHADAP SIFAT MEKANIK



Disusun Oleh :

RIAN ARDY TRIANSYAH (1421800005)

M HAEKAL SEPUTRO A (1421800067)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

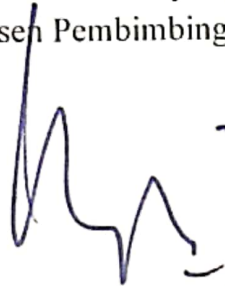
2022

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : RIAN ARDY TRIANSYAH
NBI : 1421800005
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA PENGARUH VARIASI
ARUS PENGELASAN SMAW PADA
PIPA BAJA KARBON ASTM A106
TERHADAP SIFAT MEKANIK

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



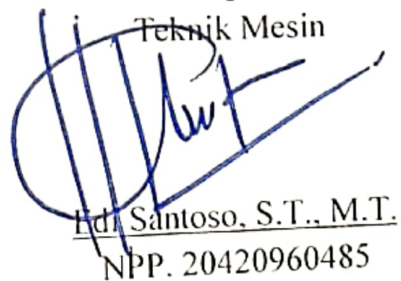
Ir. Ichlas Wahid., MT
NPP. 202420900207

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sujivo, M.Kes.
NPP. 20420900197

Ketua Program Studi
Teknik Mesin



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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul : **ANALISA PENGARUH VARIASI ARUS PENGELOMOKAN SMAW PADA PIPA BAJA KARBON ASTM A106 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, 3 Juli 2022



Rian Ardy Triansyah
1421800005



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 : Rian Ardy Triansyah
NBI/ NPM : 1421800005
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Tugas Akhir

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 ARUS PENGELASAN SMAW PADA PIPA BAJA KARBON ASTM A106 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 : Surabaya 3 Juli 2022

Yang Menyatakan,



(Rian Ardy Triansyah)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Saya ucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Kepada Allah SWT atas segala puji dan syukur atas segala rahmat rizqi dan hidayahnya sehingga proposal Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Yang sangat teristimewah kepada orang tua dan segenap keluarga saya yang telah memberikan semangat dan do'a yang tiada henti sehingga penulisan proposal Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Edi Santoso. S,T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
4. Bapak Ir, Ichlas Wahid., MT. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk selalu sabar membimbing saya dalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini.
5. Bapak/Ibu Dosen mata kuliah di prodi Teknik Mesin UNTAG Surabaya yang telah banyak memberikan ilmu dan wawasannya semoga kelak di dunia kerja akan berguna bagi saya.
6. Banyak terima kasih kepada semua kawan seperjuangan Teknik Mesin Angkatan 2018 yang banyak membantu mengarahkan dan selalu memberi masukan dan semangat selama saya menempuh jejang Strata 1 di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya ini.

“ Harus ada penjelasan spesifik soal kalimat “jangan sia-siakan masa muda” apakah kita disuruh bersenang-senang dengan yang kita miliki sekarang ? atau justru kita tidak boleh larut dalam kesenangan? -Rishaatp

KATA PENGANTAR

Segala puja dan syukur atas segala rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan SMAW pada Pipa Baja Karbon ASTM A106 Terhadap Sifat Mekanik” . Penelitian ini dibuat sebagai salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan Program Strata 1 Sarjana Teknik Mesin di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis telah menerima banyak dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, dalam kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, diantaranya:

1. Yang sangat teristimewah kepada orang tua dan segenap keluarga saya yang telah memberikan semangat dan doa yang tiada henti sehingga penulisan proposal Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Edi Santoso. S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
3. Bapak Ir, Ichlas Wahid., MT. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk selalu sabar membimbing saya dalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini.
4. Bapak/Ibu Dosen mata kuliah di prodi Teknik Mesin UNTAG Surabaya yang telah banyak memberikan ilmu dan wawasanya
5. Banyak terima kasih kepada semua kawan seperjuangan Teknik Mesin Angkatan 2018 yang banyak membantu mengarahkan dan selalu memberi masukan dan semangat selama saya menempuh jejang Strata 1 di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya ini.

Penulis menyadari didalam penulisan 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. Semoga tulisan ini bisa bermanfaat.

Surabaya, 3 Juli 2022

Rian Ardy Triansyah
1412800005

ABSTRAK

ANALISA PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN SMAW PADA PIPA BAJA KARBON ASTM A106 TERHADAP SIFAT MEKANIK

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan dua logam atau lebih dimana logam akan menyatu akibat dari panas las dengan atau tanpa tekanan dan, dengan adanya logam pengisi atau tanpa ada logam pengisi. Di dunia Industri Minyak dan Gas, material Pipa *Seamless* atau ASTM A106 berfungsi sebagai Sarana pendistribusian aliran minyak dan Gas dari kilang melalui proses pengolahan sampai ke tangki penyimpanan akhir hingga menjadi minyak dan gas yang siap dipasarkan. Pada saluran pipa pipa tersebut harus mampu menahan tekanan dan suhu tinggi, jika tidak maka pipa tidak akan bisa di gunakan dengan baik dan akan menimbulkan kecelakaan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk (1) Menganalisis pengaruh variasi arus pengelasan SMAW terhadap kekerasan pipa baja karbon ASTM A106 (2) Menganalisis pengaruh variasi arus pengelasan SMAW terhadap sifat mekanik kekuatan impak pada pipa baja karbon ASTM A106 (3) Menganalisis pengaruh variasi arus pengelasan SMAW terhadap sifat mekanik kekuatan tarik pada pipa baja karbon ASTM A106 . Dalam penelitian ini menggunakan material pipa baja karbon ASTM A106 dengan diameter 6 inch dan tebal 8 mm. proses pengelasan menggunakan las SMAW dengan posisi 6G dan Elektroda LB-E7016. Penelitian ini menggunakan variasi arus pengelasan (60-70-80 A, 65-75-85 A, 70-80-90 A). Selanjutnya dilakukan pengujian Kekerasan, Impak dan Tarik untuk mengetahui sifat mekanik material hasil dari pengaruh variasi arus pengelasan. Dari hasil penelitian didapatkan hasil uji kekerasan tertinggi terletak pada variasi (3) 70-80-90 A dengan nilai kekerasan sebesar 56,24 HRC dan untuk hasil uji kekerasan terendah terdapat pada variasi (1) 60-70-80 A dengan nilai kekerasan 52,09 HRC. Untuk harga impak tertinggi terletak pada variasi arus 60-70-80 A dengan harga impak 5,14 J/mm². Sedangkan harga impak terendah terdapat pada variasi arus 70-80-90A yaitu sebesar 4,42 J/mm². Untuk nilai tarik tertinggi terletak pada variasi arus 60-70-80A sebesar 41,06 Kg/mm² dan nilai tarik terendah terletak pada variasi arus pengelasan 70-80-90 A sebesar 38,65 Kg/mm² Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pipa baja karbon ASTM A106 setelah di lakukan proses pengelasan dengan di beri variasi arus dapat merubah kekerasan, merubah Harga impak dan menurunkan kekuatan tarik pada pipa baja karbon ASTM A106.

Kata Kunci: Pipa Baja ASTM A106, Sifat Mekanik, Pengelasan SMAW

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECT OF VARIATION OF SMAW WELDING CURRENT ON ASTM A106 CARBON STEEL PIPE ON MECHANICAL PROPERTIES

Welding is a process of joining two or more metals in which the metals will be fused as a result of the heat of welding with or without pressure and, with or without filler metal. In the world of the Oil and Gas Industry, Seamless Pipe material or ASTM A106 serves as a means of distributing oil and gas flows from refineries through processing to final storage tanks to become oil and gas that is ready to be marketed. In the pipeline, the pipe must be able to withstand high pressure and temperature, otherwise, the pipe will not be used properly and will cause work accidents. This study aims to (1) analyze the effect of variations of SMAW welding current on the hardness of ASTM A106 carbon steel pipe and (2) Analyze the effect of variations of SMAW welding current on the mechanical properties of impact strength on ASTM A106 carbon steel pipe (3) Analyze the effect of variations of SMAW welding current on mechanical properties of tensile strength in ASTM A106 carbon steel pipe. This study uses ASTM A106 carbon steel pipe material with a diameter of 6 inches and a thickness of 8 mm. welding process using SMAW welding with 6G position and LB-E7016 electrode. This research uses various welding currents (60-70-80 A, 65-75-85 A, 70-80-90 A). Furthermore, Hardness, Impact, and Tensile tests were carried out to determine the mechanical properties of the material resulting from the influence of variations in welding current. From the results of the study, the highest hardness test results were found in variation (3) 70-80-90 A with a hardness value of 56.24 HRC, and the lowest hardness test results were found in variation (1) 60-70-80 A with a hardness value of 52.09 HRC. The highest impact price lies in the variation of the current 60-70-80 A with an impact price of 5.14 J/mm². Meanwhile, the lowest impact value is found in the current variation of 70-80-90A, which is 4.42 J/mm². The highest tensile value lies in the variation of the current 60-70-80A of 41.06 Kg/mm² and the lowest tensile value lies in the variation of the welding current of 70-80-90 A of 38.65 Kg/mm². The results show that the carbon steel pipe ASTM A106 after the welding process is carried out by being given a variation of the current can change the hardness, change the impact price and reduce the tensile strength of the ASTM A106 carbon steel pipe.

Keywords: ASTM A106 Steel Pipe, Mechanical Properties, SMAW. Welding

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan Tugas Akhir	ii
Lembar Pernyataan Keaslian Tugas Akhir.....	iii
Lembar Persetujuan Publikasi Tugas Akhir.....	iv
Lembar Persembahan	v
Abstrak	vii
Abstract	viii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel	xv

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 DASAR TEORI

2.1 Pengertian Las	3
2.2 Las Busur Listrik	3
2.3 Pengertian Las SMAW	4
2.4 Sumber Tegangan	6
2.4.1 DCEP (Direct Current Electroda Positif)	6
2.4.2 DCEN Direct Current Elektroda Negatif	6
2.4.3 Stang Elektroda dan Klem massa.....	7
2.5 Posisi Pengelasan Pipa.....	8
2.6 Kampuh Las.....	8
2.6.1 Memastikan Kesiapan Root Gap dan Root Face Sesuai WPS	9
2.7 Elektroda.....	10

2.7.1	Macam macam elektroda dan Fungsinya.....	10
2.8	Daerah lasan	11
2.9	Baja karbon.....	12
2.9.1	Pipa baja karbon.....	14
2.9.2	Fungsi.....	14
2.10	Pengujian Tarik.....	14
2.11	Pengujian Impact	17
2.12	Pengujian Kekerasan (Hardnes)	19
2.12.1	Pengujian Kekerasan Rockwell	19

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram alir.....	23
3.1.1	Variabel Penelitian.....	24
3.1.2	Variabel bebas.....	24
3.1.3	Variabel terikat.....	24
3.2	Persiapan Alat dan Bahan.....	24
3.2.1	Bahan.....	24
3.2.2	Alat.....	25
3.2.3	Persiapan Material Pipa baja ASTM A106.....	30
3.2.4	Pembuatan Kampuh Las	30
3.3	Proses Pengelasan.....	31
3.4	Proses pemotongan Material setelah dilakukan pengelasan	33
3.5	Proses Pengujian Tarik	33
3.6	Pengujian Impack	35
3.7	Pengujian Kekerasan (Hardness).....	36

BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Pengujian Kekerasan (HARDNESS)	37
4.1.1	Data Pengujian Rockwell HRC	37
4.1.2	Analisa Data Uji Kekerasan.....	41
4.2	Pengujian Impact	42

4.2.1 Hasil data dan Perhitungan Pengujian Impact	42
4.2.2 Mengitung Harga Impact	43
4.2.3 Analisis Data Hasil Pengujian Impact	48
4.3 Pengujian Tarik.....	50
4.3.1 Analisa Data Uji Tarik	74

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran	79

DAFTAR PUSTAKA

80

LAMPIRAN.....

81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.Illustrasi Pengelasan	4
Gambar 2.2 Mesin Las SMAW (Shield Metal Arch Welding)	5
Gambar 2.3 Direct current Elektroda Positif.....	6
Gambar2.4 Ditrect Current Elektroda Negatif	7
Gambar2.5Stang Elektroda	7
Gambar2.6 kabel masa dan kabel elektroda.....	8
Gambar2.7 Posisi pengelasan.....	8
Gambar2.8 Detail Joint pada pengelasan (Wiryosumarto, 2000).....	9
Gambar2.9 gambar root face dan root gap sambungan kampuh V	10
Gambar2.10 daerah Lasan (Diktat teknologi Pengelasan ITS Ir Musaikan 2002	11
Gambar2.11 Table Klasifikasi Baja Karbon	12
Gambar2.12 kurva Tegangan Regangan (wiryosumarto,2000)	15
Gambar 2.13Batas elastis dan tegangan luluh 0,2% (Smith,1984)	16
Gambar 2.14 Standart Spesimen Uji tarik JIS Z 2201	17
Gambar2.15 ilustrasi uji impak metode charpy.....	17
Gambar 2.16 Bentuk dan ukuran metode charpy	18
Gambar 2.17 Arah pembebanan meted charpy	18
Gambar 2.18 Standart Spesimen Uji impak Metode Charpy JIS Z 2202.....	19
Gambar 2.19 Skema Pengujian Kekerasan Rockwel (Calisster William, 2004)	20
Gambar 2.20 penggunaan Skala Kekerasn Rocwell pada Material	20
Gambar 2.21 Skala Kekerasan Rockwell (Calisster William, 2004)	21
Gambar 22 kawat LB E-7016.....	25
Gambar 3. 1 Gambar specimen Las	24
Gambar 3. 2 Kawat LB -7016	25
Gambar 3. 3 mesin lass maw Kobewel	25
Gambar 3. 4 mesin lass maw Kobewel	26
Gambar 3. 5 Sarung tangan las.....	26
Gambar 3. 6 Gerinda potong	26
Gambar 3. 7 Sikat baja	27
Gambar 3. 8 Palu las	27
Gambar 3. 9 Kikir	27
Gambar 3. 10 Busur derajat.....	28
Gambar 3. 11 Mesin uji tarik	28
Gambar 3. 12 Mesin Uji impack	29
Gambar 3. 13 Mesin uji kekerasan.....	29
Gambar 3. 14 Pematangan Matrerial	30
Gambar 3. 15 Proses pembuatan Kampuh V 60°	30
Gambar 3. 16 Proses Pengelasan pipa baja ASTM A106	32
Gambar 3. 17 Pembuatan specimen	33
Gambar 3. 18 Pengujian Tarik di lab Material Untag Surabaya	34
Gambar 3. 19 Pengujian Impak di Laboratorium Untag Surabaya	35

Gambar 3. 20 Proses penujian Kekerasan di Laboratorium Untag Surabaya	36
Gambar 4. 1 Pengujian kekerasan Rockwell.....	37
Gambar 4. 2 Diagram Rata-Rata Nilai Kekerasan Dengan Variasi Arus.....	40
Gambar 4. 3 Data hasil Uji impact.....	42
Gambar 4. 4 Diagram Uji impact pada Variasi Arus 60-70-80A.....	47
Gambar 4. 5 Diagram Uji Impact Pada Variasi Arus 65-75-85A	47
Gambar 4. 6 Uji Impact Pada Variasi Arus 70-80-90A	48
Gambar 4. 7 Harga impact di semua variasi arus.....	48
Gambar 4. 8 Spesimen Hasil pengujian Impact	49
Gambar 4. 9 <i>Uji Tarik</i>	50
Gambar 4. 10 grafik Ultimate Testing Machine Variasi Arus 60-70-80 A Specimen 1.....	50
Gambar 4. 11 Grafik tegangan regangan Baja Karbon ASTM A106 dengan Variasi arus pengelasan 60-70-80A specimen 1.....	52
Gambar 4. 12 Grafik Ultimate Testing Machine Variasi Arus 60-70-80 A Specimen 2.....	53
Gambar 4. 13 Grafik tegangan regangan Baja Karbon ASTM A106 dengan Variasi arus pengelasan 60-70-80A specimen 2.....	55
Gambar 4. 14 Grafik Ultimate Testing Machine Variasi Arus 60-70-80A Specimen 3	55
Gambar 4. 15 Grafik Tegangan Regangan Baja Karon ASTM A106 dengan variasi Arus pengelasan 60-70-80A Specimen 3	57
Gambar 4. 16 Grafik Ultimate Testing Machine Variasi Arus 65-75-85A Specimen 1	58
Gambar 4. 17 Grafik Tegangan Regangan Pipa Baja karbon ASTM A106 dengan Variasi arus 65-75-85A specimen 1	60
Gambar 4. 18 Grafik Ultimate Testing Machine Variasi Arus 65-75-85A Specimen 2	61
Gambar 4. 19 Grafik tegangan regangan Pipa Baja Karbon ASTM A106 dengan variasi arus pengelasan 65-75-85A Specimen 2.....	63
Gambar 4. 20 Grafik ultimate Testing Machine Variasi Arus 65-75-85A Specimen 3	63
Gambar 4. 21 Grafik Tegangan Regangan Pipa Baja Karbon ASTM A106 dengan variasi arus pengelasan 65-75-85A specimen 3	65
Gambar 4. 22 Grafik Ultimate Testig Machine Variasi Arus 70-80-90A Specimen 1	66
Gambar 4. 23 Grafik Tegangan Regangan Regangan Pipa Baja Karbon ASTM A106 dengan variasi arus pengelasan 70-80-90A specimen 1	68
Gambar 4. 24 Grafik Ultimate Testing Machine Variasi Arus 70-80-90A Specimen 2	68
Gambar 4. 25 Grafik Tegangan Regangan Regangan Pipa Baja Karbon ASTM A106 dengan variasi arus pengelasan 70-80-90A specimen 2.....	70
Gambar 4. 26 Grafik Ultimate Testing Maching Variasi Arus 70-80-90A Specimen 3.....	71

Gambar 4. 27 Grafik Tegangan Regangan Regangan Pipa Baja Karbon ASTM A106 dengan variasi arus pengelasan 70-80-90A specimen 3.....	73
Gambar 4. 28 Grafik Tegangan regangan dengan Arus 60-70-80 A	74
Gambar 4. 29 Grafik tegangan regangan dengan variasi arus 65-75-85 A	75
Gambar 4. 30 Grafik tegangan regangan dengan variasi arus 70-80-90 A	76
Gambar 4. 31 tegangan regangan uji tarik Pipa baja Karbon ASTM A106 dengan semua Variasi Arus	77

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Variasi Arus 60 A Uji Kekerasan Rockwell pada daerah Weld Metal	38
Tabel 4. 2 Variasi Arus 70 A Uji Kekerasan Rockwell pada Daerah Weld metal.....	38
Tabel 4. 3 Variasi Arus 80 A Uji Kekerasan Rockwell pada Daerah Weld Metal ...	38
Tabel 4. 4 Variasi Arus 65 A Uji Kekerasan Rockwell pada Daerah Weld Metal	39
Tabel 4. 5 variasi Arus 75 A Uji kekerasan Rockwell pada Daerah Weld Metal	39
Tabel 4. 6 variasi Arus 85 A Uji kekerasan Rockwell pada Daerah Weld Metal	39
Tabel 4. 7 variasi Arus 70 A Uji kekerasan Rockwell pada Daerah Weld Metal	40
Tabel 4. 8 variasi Arus 80 A Uji kekerasan Rockwell pada Daerah Weld Metal	40
Tabel 4. 9 variasi Arus 90 A Uji kekerasan Rockwell pada Daerah Weld Metal	40
Tabel 4. 10 Hasil perhitungan Energi Impact dan Harga Impact	42
Tabel 4. 11 Hasil perhitungan Energi dan Harga Impact	47
Tabel 4. 12 Data uji tarik Specimen 1 Variasi Arus pengelasan 60-70-80A.....	51
Tabel 4. 13 Tegangan Regangan Dengan variasi arus 60-70-80 Specimen 1	52
Tabel 4. 14 Data Hasil Uji Tarik specimen 2 Variasi Arus 60-70-80 A	53
Tabel 4. 15 Tegangan regangan dengan Variasi Arus 60-70-80 A Specimen 2	54
Tabel 4. 16 Data Hasil Uji Tarik specimen 2 Variasi Arus 60-70-80 A	56
Tabel 4. 17 Tegangan regangan dengan Variasi Arus 60-70-80 A Specimen 3	57
Tabel 4. 18 Data hasil uji tarik specimen 1 variasi arus 65-75-85 A	58
Tabel 4. 19 Tegangan Regangan dengan variasi arus 65-75-85A specimen 1	59
Tabel 4. 20 Data hasil uji tarik specimen 2 variasi arus 65-75-85 A	61
Tabel 4. 21 Tegangan Regangan dengan Variasi arus 65-75-85A Specimen 2	62
Tabel 4. 22 Data hasil uji tarik specimen 3 variasi arus 65-75-85 A	63
Tabel 4. 23 Tegangan Regangan dengan Variasi arus 65-75-85A specimen 3	65
Tabel 4. 24 Data hasil Uji Tarik specimen 1 variasi arus 70-80-90 A	66
Tabel 4. 25 tegangan regangan dengan variasi arus 70-80-90 A specimen 1	67
Tabel 4. 26 Data hasil Uji Tarik specimen 2 variasi arus 70-80-90 A	69
Tabel 4. 27 Tegangan Regangan dengan variasi arus 70-80-90 A specimen 2	70
Tabel 4. 28 Data hasil Uji Tarik specimen 3 variasi arus 70-80-90 A	71
Tabel 4. 29 Tegangan Regangan dengan variasi arus 70-80-90 A specimen 3	72
Tabel 4. 30 Hasil Pengujian Tarik Pipa Baja Karbon ASTM A106 Sesudah Pengelasan dengan Variasi Arus	73
Tabel 4. 31 Hasil Pengujian Tarik pada pipa Baja Karbon ASTM A106 dengan Variasi arus 60-70-80 A	74
Tabel 4. 32 Hasil Pengujian Tarik pada pipa Baja Karbon ASTM A106 dengan Variasi arus 65-75-85 A	75
Tabel 4. 33 Hasil Pengujian Tarik pada pipa Baja Karbon ASTM A106 dengan Variasi arus 70-80-90 A	76
Tabel 4. 34 Hasil pengujian tarik Pipa baja Karbon ASTM A106 dengan semua Variasi Arus	77