

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH VARIASI ARUS DAN  
KAMPUH PENGELASAN SMAW PADA PIPA  
BAJA KARBON ASTM A106 TERHADAP  
KEKERASAN DAN KEKUATAN IMPAK**



**Disusun Oleh :**

**HAIKAL ALAFTA RUSEFANDI**  
**NBI : 1421800087**

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

**2023**

# TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH VARIASI ARUS DAN  
KAMPUH PENGELASAN SMAW PADA PIPA  
BAJA KARBON ASTM A106 TERHADAP  
KEKERASAN DAN KEKUATAN IMPAK**



**Disusun Oleh :**

**HAIKAL ALAFTA RUSFANDI**  
**NBI : 1421800087**

**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 : HAIKAL ALAFTA RUSFANDI  
NBI : 1421800087  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISIS PENGARUH VARIASI ARUS DAN  
KAMPUH PENGELASAN SMAW PADA PIPA  
BAJA KARBON ASTM A106 TERHADAP  
KEKERASAN DAN KEKUATAN IMPAK

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing



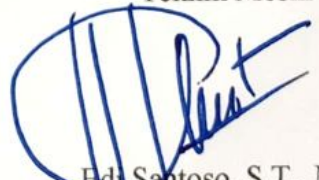
Maula Nafi, S.T., M.T.  
NPP. 20420160717

Dekan  
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Saifurrahman, M. Kes., IPU., ASEAN ENG.  
NPP. 20410900197

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin



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




## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:  
**ANALISIS PENGARUH VARIASI ARUS DAN KAMPUH PENGELASAN  
SMAW PADA PIPA BAJA KARBON ASTM A106 TERHADAP KEKERASAN  
DAN KEKUATAN IMPAK**

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, 1 Mei 2022

  
Haikal Alafta Rusfa  
1421800087





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 : Haikal Alafta Rusfandi  
NBI/ NPM : 1421800087  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenis Karya : Tugas Akhir/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:

### ANALISIS PENGARUH VARIASI ARUS DAN KAMPUH PENGELASAN SMAW PADA PIPA BAJA KARBON ASTM A106 TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN IMPAK

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 : 25 Juni 2023

Yang Menyatakan,

(Haikal Alafta Rusfandi)



## 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 doa 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 Maula Nafi, ST., M.T. 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.



## ABSTRAK

### ANALISIS PENGARUH VARIASI ARUS DAN KAMPUH PENGELASAN SMAW PADA PIPA BAJA KARBON ASTM A106 TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN IMPAK

*Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinu. Penelitian ini bertujuan untuk Menganalisis pengaruh variasi arus dan kampuh pengelasan SMAW terhadap kekerasan dan kekuatan impak pada pipa baja karbon ASTM A106. Material yang digunakan pipa baja karbon ASTM A106 dengan diameter 6" dan tebal 10 mm. Proses pengelasan menggunakan las SMAW (Shield Metal Arc Welding) dengan elektroda E7016 dengan posisi pengelasan 6G. Dalam Penelitian ini menggunakan variasi arus 60 A, 80 A dan 100 A dan kampuh V 60°, K 30°, X 60°. Selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan Rockwell skala C dengan indenter kerucut intan 120° untuk mengetahui sifat kekerasan dan Selanjutnya dilakukan pengujian impak metode Charpy untuk mengetahui sifat ketangguhan pada pipa baja karbon ASTM A106 hasil pengelasan SMAW. Dari hasil uji kekerasan, Kekerasan tertinggi terdapat pada Arus 100A kampuh K dengan nilai kekerasan 56,25 HRC di Base Metal, 58,75 HRC di HAZ, 60 HRC di Weld Metal sedangkan Arus 60A kampuh X mendapatkan nilai Kekerasan terendah yaitu sebesar 48,5 HRC di Base Metal, 49 HRC di HAZ, 45 HRC di Weld Metal dan Dari hasil uji impak menunjukkan bahwa nilai harga impak tertinggi terdapat pada variasi arus 60 A dengan kampuh V dengan harga impak 0,11 J/mm<sup>2</sup> dan nilai harga impak terendah terdapat pada variasi arus 100 A dengan Kampuh K dengan harga impak 0,01 J/mm<sup>2</sup>. Hasil pengujian kekerasan di simpulkan bahwa peningkatan variasi arus pengelasan akan meningkatkan sifat kekerasan material setelah pengelasan dan hasil uji impak dapat di simpulkan bahwa semakin tinggi variasi arus pengelasan maka semakin tangguh material pada pipa baja karbon ASTM A106.*

**Kata kunci :** *Ketangguhan, Pengelasan SMAW, Pipa Baja karbon ASTM A106, Sifat Kekerasan, Variasi Arus Pengelasan*

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF THE EFFECT OF CURRENT VARIATION AND SMAW WELDING CAMP IN ASTM A106 CARBON STEEL PIPE ON TOUGHNESS AND IMPACT STRENGTH

*Welding is a metal joining technique by melting some of the base metal and filler metal with or without pressure and with or without additional metal and produces a continuous connection. This study aims to analyze the effect of variations in SMAW welding currents and seams on the hardness and impact strength of ASTM A106 carbon steel pipes. The material used is ASTM A106 carbon steel pipe with a diameter of 6" and a thickness of 10 mm. The welding process uses SMAW (Shield Metal Arc Welding) welding with an E7016 electrode with a 6G welding position. In this study using a variation of current 60 A, 80 A and 100 A and seam V 60°, K 30°, X 60°. Furthermore, the Rockwell hardness test was carried out on the C scale with a 120° diamond cone indenter to determine the hardness properties. Furthermore, the Charpy method impact test was carried out to determine the toughness properties of ASTM A106 carbon steel pipes as a result of SMAW welding. From the results of the hardness test, the highest hardness was found in Arus 100A seam K with a hardness value of 56.25 HRC in Base Metal, 58.75 HRC in HAZ, 60 HRC in Weld Metal while Flow 60A seam X got the lowest hardness value of 48.5 HRC in Base Metal, 49 HRC in HAZ, 45 HRC in Weld Metal and from the impact test results show that the highest impact value is found in the 60 A current variation with V seam with an impact price of 0.11 J/mm<sup>2</sup> and the lowest impact value is at a current variation of 100 A with Kampuh K with an impact value of 0.01 J/mm<sup>2</sup>. The results of the hardness test concluded that an increase in the variation of the welding current will increase the hardness properties of the material after welding and the results of the impact test can be concluded that the higher the variation in the welding current, the tougher the material in ASTM A106 carbon steel pipes.*

**Keywords :** *ASTM A106 Carbon Steel Pipe, Changes Of Welding Current, Hardness Properties, SMAW Welding, Toughness.*



## KATA PENGANTAR

Segala puja dan syukur atas segala rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Variasi Arus dan kampuh Pengelasan *SMAW* Pada Pipa Baja Karbon ASTM A106 Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Impak”. 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 istimewa 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.E., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
3. Bapak Maula Nafi, ST., M.T. 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 wawasannya
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, 1 Mei 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Abstrak .....	v
Kata Pengantar .....	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel .....	xi

### BAB I PENDAHULUAN

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

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Las SMAW.....	3
2.1.1 Sumber Tegangan .....	5
2.1.2 Peralatan Las SMAW.....	6
2.2 Posisi Pengelasan .....	7
2.3 Kampuh Pengelasan.....	9
2.4 Daerah Pengelasan .....	10
2.4.1 Ketangguhan Logam Las .....	11
2.5 Baja Karbon .....	12
2.5.1 Pipa Seamless.....	13
2.6 Pengujian Kekerasan.....	14
2.6.1 Pengujian Kekerasan Rockwell.....	14
2.7 Uji Impak .....	16
2.7.1 Uji Impak Charpy.....	17

### BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian .....	19
3.2 Penjelasan Diagram Alir .....	20
3.2.1 Ide Penelitian.....	20
3.2.2 Studi Literatur .....	20
3.2.3 Studi Lapangan .....	20
3.2.4 Rumusan Masalah .....	20
3.2.5 Persiapan Material.....	20
3.2.6 Alat Dan Bahan.....	20
3.3 Proses Pengelasan SMAW .....	22
3.4 Proses Pemotongan .....	22

3.5 Uji Impak .....	22
3.6 Uji Kekerasan.....	23
3.7 Matriks Penelitian .....	23

**BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan .....	25
4.1.1 Analisa Perhitungan Data Hasil Pengujian Kekerasan.....	28
4.2 Data Hasil Pengujian Impak.....	29
4.2.1 Menghitung Harga Impak .....	30
4.2.2 Analisis Data Hasil Pengujian Impak .....	37
4.3 Hubungan Pengaruh Variasi Arus Dan Kampuh Pengelasan Terhadap Hasil Pengujian Kekerasan Dan Impak .....	38

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	41
5.2 Saran.....	41

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>43</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>45</b>
----------------------	-----------



## DAFTAR GAMBAR

2.1	Skema Las SMAW Harsono Wiryosumarto (2000) .....	4
2.2	Pengaruh Kuat Arus Terhadap Bentuk Lelehan Elektroda Pada Proses Las SMAW Harsono Wiryosumarto (2000) .....	4
2.3	Direct Current Elektroda Positif .....	5
2.4	Direct Current Elektroda Negatif .....	6
2.5	Mesin Las SMAW (Shield Metal Arch Welding).....	7
2.6	Posisi Pengelasan 1G .....	7
2.7	Posisi Pengelasan 2G .....	7
2.8	Posisi Pengelasan 5G .....	8
2.9	Posisi Pengelasan 6G .....	8
2.10	Macam Macam Kampuh Pada Proses Pengelasan Tumpul Harsono Wiryosumarto (2000).....	9
2.11	Contoh Bagian Bagian Dari Kampuh V Hery Sonawan (2006) .....	10
2.12	Daerah Lasan Diktat teknologi Pengelasan ITS Ir Musaikan 2002 .....	10
2.13	Chemical Requirements American Piping Products .....	14
2.14	Skema Pengujian Kekerasan Rockwell Calisster William, (2004) .....	15
2.15	Penggunaan Skala Kekerasan Rockwell pada Material .....	15
2.16	Skala Kekerasan Rocwell Calisster William, (2004).....	15
2.17	Ilustrasi Uji Impak Charpy Dr. Ir. I KT. Suarsana, MT (2017) .....	16
2.18	Bentuk Dan Ukuran Metode Charpy .....	17
2.19	Arah Pembebanan Metode Charpy .....	17
2.20	Standart Spesimen Uji Impak Metode Charpy ASTM Standart American Society For Testing Materials .....	18
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	19
4.1	Diagram Nilai Kekerasan HRC Pada Setiap Daerah (Base Metal).....	27
4.2	Diagram Nilai Kekerasan HRC Pada Setiap Daerah (HAZ) .....	27
4.3	Diagram Nilai Kekerasan HRC Pada Setiap Daerah (Weld Metal).....	28
4.4	Diagram Harga Impak.....	37
4.5	Diagram Pengaruh Variasi Terhadap Nilai Kekerasan .....	38
4.6	Diagram Pengaruh Variasi Terhadap Harga Impak .....	38
4.7	Spesimen Hasil Uji Kekerasan Dan Impak.....	40

## DAFTAR TABEL

3.1	Persiapan Bahan Yang Digunakan.....	20
3.1	Persiapan Bahan Yang Di Gunakan.....	20
3.2	Persiapan Alat Yang Di Gunakan .....	21
3.3	Jumlah Matriks Penelitian.....	24
4.1	Hasil Perhitungan Rata-Rata Nilai Kekerasan Pada Tiap Daerah Pengamatan .....	25
4.2	Data Pengujian Impak.....	29
4.3	Hasil Perhitungan Energi dan Harga Impak .....	36