

**STUDI PENGARUH VARIASI ARUS E420-13 LOKAL DAN  
E6013 IMPOR TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN  
STRUKTUR MIKRO PADA PLAT ASTM A36 DENGAN  
METODE PENGELASAN SMAW**

**SKRIPSI**

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Jurusan  
Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa



Oleh:

MUHAMMAD AE HAZIEMILL AKBAR  
3334190101

**JURUSAN TEKNIK METALURGI FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
CILEGON - BANTEN**

**2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI PENGARUH VARIASI ARUS E420-13 LOKAL DAN  
E6013 IMPOR TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN  
STRUKTUR MIKRO PADA PLAT ASTM A36 DENGAN  
METODE PENGELASAN SMAW**

**SKRIPSI**

Disusun untuk memenuhi syarat mendapat gelar Sarjana Teknik dari Jurusan  
Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Disetujui untuk Jurusan Teknik Metalurgi oleh:

Pembimbing I



**Yeni Muriani Zulaida S.T, M.T**  
NIP. 197401032005012001

Pembimbing II



**Dr.-Ing. H. Agus Suhartono**  
NIP. 196709031992021001

## LEMBAR PERSETUJUAN

# STUDI PENGARUH VARIASI ARUS E420-13 LOKAL DAN E6013 IMPOR TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA PLAT ASTM A36 DENGAN METODE PENGELASAN SMAW

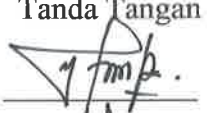

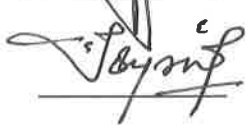
## SKRIPSI

Disusun dan diajukan oleh:

**Muhammad Ae Haziemill Akbar**

**3334190101**

Telah disidangkan di depan dewan penguji pada tanggal 19 Januari 2024

	Susunan Dewan Penguji	Tanda Tangan
Penguji I	: Yeni Muriani Zulaida S.T., M.T.	
Penguji II	: Dr.-Ing. H. Agus Suhartono	
Penguji III	: Suryana S.T., M.Si.	

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Metalurgi



**Dr. Eng. Abdul Aziz S.T., M.T.**

NIP. 198003072005011002

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI PENGARUH VARIASI ARUS E420-13 LOKAL DAN  
E6013 IMPOR TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN  
STRUKTUR MIKRO PADA PLAT ASTM A36 DENGAN  
METODE PENGELASAN SMAW**

**SKRIPSI**

Disusun untuk memenuhi syarat mendapat gelar Sarjana Teknik dari Jurusan  
Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Disetujui untuk Jurusan Teknik Metalurgi oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

Yeni Muriani Zulaida S.T, M.T  
NIP. 197401032005012001

Dr.-Ing. H. Agus Suhartono  
NIP. 196709031992021001

LEMBAR PERSETUJUAN

**STUDI PENGARUH VARIASI ARUS E420-13 LOKAL DAN  
E6013 IMPOR TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN  
STRUKTUR MIKRO PADA PLAT ASTM A36 DENGAN  
METODE PENGELASAN SMAW**

**SKRIPSI**

Disusun dan diajukan oleh:

**Muhammad Ae Haziemill Akbar**

**3334190101**

Telah disidangkan di depan dewan penguji pada tanggal 19 Januari 2024

	Susunan Dewan Penguji	Tanda Tangan
Penguji I	: Yeni Muriani Zulaida S.T., M.T.	_____
Penguji II	: Dr.-Ing. H. Agus Suhartono	_____
Penguji III	: Suryana S.T., M.Si.	_____

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Metalurgi

**Dr. Eng. Abdul Aziz S.T., M.T.**  
NIP. 198003072005011002

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut:

Judul : Studi Pengaruh Variasi Arus E420-13 Lokal dan E6013 Impor Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro pada Plat ASTM A36 Dengan Metode Pengelasan SMAW

Nama Mahasiswa : Muhammad Ae Haziemill Akbar

NIM : 3334190101

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi tersebut di atas adalah benar-benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 19 Februari 2024



**Muhammad Ae Haziemill Akbar**

NIM. 3334190101

## ABSTRAK

Pertumbuhan industri kawat las saat ini sedang berkembang dengan pesat. Industri kawat las dalam negeri dengan berbagai produsen seperti E6013 Impor merupakan salah satu market *leader* di Indonesia. Mengingat meningkatnya pertumbuhan industri kawat las dalam negeri yang memasuki pasar antara lain E420-13 Lokal. Pada industri kawat las masih banyak elektroda yang belum terstandarisasi sesuai dengan standar yang mengacu kepada standar AWS A5.1 Elektroda disebut dengan kawat las yang merupakan sebuah benda yang berbentuk stick yang digunakan dalam proses pengelasan untuk proses penyambungan dua logam dengan menggunakan energi listrik. Jenis elektroda akan mempengaruhi hasil pengelasan dan kuat arus akan mempengaruhi hasil pengelasan, dikarenakan arus yang tepat akan menghasilkan penetrasi yang baik.

Penelitian ini dilakukan pada elektroda yang masih belum terstandarisasi dan dibandingkan dengan elektroda yang sudah terstandarisasi sesuai dengan standar. Pada penelitian ini menggunakan elektroda sesuai dengan standar AWS E6013 menggunakan plat ASTM A36 dengan menggunakan variasi arus 120 A, 155 A dan 190 A. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui perbandingan dan mengetahui kualitas hasil sambungan lasan dari kedua elektroda dan variasi arus yang digunakan. Pengujian dilakukan pada hasil sambungan lasan, pengujian yang dilakukan adalah pengujian XRF untuk mengetahui persentase *flux*, pengujian radiografi untuk mengetahui cacat yang dihasilkan pada proses pengelasan, pengujian mekanik seperti pengujian tarik, dampak, dan bending, dan pengujian metalografi untuk mengetahui fasa strukturmikro yang terbentuk pada hasil sambungan lasan. Dari hasil yang didapatkan bahwa elektroda E6013 Impor lebih baik memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan E420-13 Lokal

**Kata kunci:** E420-13, E6013, SMAW, Arus, Flux

## ABSTARCT

The growth of the welding wire industry is currently growing rapidly. The domestic welding wire industry with various manufacturers such as E6013 Imported is one of the market leaders in Indonesia. Given the increasing growth of the domestic welding wire industry entering the market, among others E420-13 Local. In the welding wire industry, there are still many electrodes that have not been standardized in accordance with standards that refer to the AWS A5 standard.<sup>1</sup> Electrodes are called welding wires which are stick-shaped objects used in the welding process for the process of joining two metals using electrical energy. The type of electrode will affect the welding results and the current strength will affect the welding results, because the right current will produce good penetration.

This research was conducted on electrodes that were still not standardized and compared with electrodes that were standardized according to the standard. In this study using electrodes in accordance with the AWS E6013 standard using ASTM A36 plates using current variations of 120 A, 155 A and 190 A. This was done to determine the comparison and determine the quality of the welded joints of the two electrodes and the current variations used. Tests were carried out on the results of the welded joints, the tests carried out were XRF testing to determine the percentage of flux, radiographic testing to determine the defects produced in the welding process, mechanical testing such as tensile, impact, and bending testing, and metallographic testing to determine the microstructure phase formed in the welded joints. From the results obtained that the electrode E6013 Imported better has better characteristics compared to E420-13 Local



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini dilaksanakan guna memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Maka dari itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis Ayahanda alm. Anhar A.K dan Ibunda almh. Ema Suryani yang tercinta yang telah melahirkan, membesarkan dan mendidik penulis tidak henti-hentinya membantu dalam penyelesaian Skripsi ini.
2. Bapak Adhitya Trenggono, S.T., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Metalurgi, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa;
3. Ibu Yeni Muriani Zulaida, S.T., M.T. sebagai Pembimbing I dan Bapak Dr.-Ing. H. Agus Suhartono sebagai pembimbing II dari Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Serpong yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Ibu Ir. Soesaptri Oediyani, M.E. sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu penulis dalam bidang akademik dan membantu dalam skripsi penulis.
5. Phutree Anggia dan Putra Nikita sebagai kakak kandung penulis yang selalu memberikan semangat kepada penulis selama proses pengerjaan skripsi ini.
6. Keluarga besar penulis yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan kepada penulis selama proses pengerjaan skripsi ini.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Metalurgi angkatan 2019 yang sudah membantu dalam menyelesaikan proposal skripsi ini dan memberikan semangat serta dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kesalahan serta kekurangan. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik serta saran dari pembaca agar skripsi ini menjadi lebih baik. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca atau sebagai bahan kajian serta studi sebagai sumber referensi. Atas perhatiannya, penulis mengucapkan terima kasih.

Cilegon, 19 Februari 2024

Muhammad Ae Haziemill Akbar

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 LatarBelakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Baja.....	7
2.2 Sifat Mekanik.....	9
2.3 Pengelasan.....	11
2.3.1 Arus Pengelasan.....	12
2.3.2 Polaritas.....	13
2.3.3 Sudut Kampuh V.....	15

2.3.4 Sambungan V Butt Joint.....	16
2.3.5 Posisi Pengelasan.....	16
2.4 Shielded Arc Metal Welding(SMAW).....	17
2.4.1 Parameter Proses SMAW.....	19
2.4.2 Keuntungan Menggunakan Proses SMAW.....	21
2.4.3 Cacat Pengelasan SMAW.....	21
2.5 Elektroda E6013.....	25
2.5.1 Karakteristik Flux.....	28
2.5.2 Karakteristik Oksida Logam.....	30
2.6 Pengujian Tarik.....	33
2.7 Pengujian Impak.....	35
2.8 Pengujian Bending.....	36

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir Penelitian.....	38
3.2 Alat dan Bahan.....	39
3.2.1 Alat yang digunakan.....	39
3.2.2 Bahan yang digunakan.....	40
3.3 Prosedur Penelitian.....	41

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pengujian Komposisi Flux E420-13 Lokal dan E6013 Impor.....	47
4.2 Pengujian Radiografi E420-13 Lokal dan E6013 Impor.....	49
4.3 Pengujian Tarik E420-13 Lokal dan E6013 Impor.....	58
4.4 Pengujian Impak E420-13 Lokal dan E6013 Impor.....	60
4.5 Pengujian Bending E420-13 Lokal dan E6013 Impor.....	67
4.6 Pengujian Metalografi E420-13 Lokal dan E6013 Impor.....	70

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	78
5.2 Saran.....	79
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>80</b>
<b>LAMPIRAN A PERHITUNGAN.....</b>	<b>83</b>
<b>LAMPIRAN B DATA HASIL PENELITIAN.....</b>	<b>89</b>
<b>LAMPIRAN C GAMBAR ALAT DAN BAHAN.....</b>	<b>92</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Klasifikasi Baja Karbon	7
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Plat ASTM A36	8
Tabel 2.3 Sifat Mekanik Plat ASTM A36	9
Tabel 2.4 Spesifikasi besar arus menurut tipe elektroda	12
Tabel 2.5 Spesifikasi Proses Pengelasan	18
Tabel 2.6 Klasifikasi Elektroda	27
Tabel 4.1 Komposisi Elektroda E420-13 Lokal	47
Tabel 4.2 Komposisi Elektroda E6013 Impor	48
Tabel 4.3 Data Cacat Pengelasan E420-13 Lokal 120 A	50
Tabel 4.4 Data Cacat Pengelasan E420-13 Lokal 155 A	52
Tabel 4.5 Data Cacat Pengelasan E420-13 Lokal 190 A	53
Tabel 4.6 Data Cacat Pengelasan E6013 Impor 120 A	55
Tabel 4.7 Data Cacat Pengelasan E6013 Impor 155 A	56
Tabel 4.8 Data Cacat Pengelasan E6013 Impor 190 A	57
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Tarik	58
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Impak Suhu -20	61
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Impak Suhu 0	62
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Impak Suhu 20	62
Tabel 4.13 Hasil Pengujian <i>Bending</i>	68

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1.1 (a) E420-13 Lokal (b) E6013 Impor	2
Gambar 2.1 Daerah Lasan	11
Gambar 2.2 Tipe Sambungan Las <i>Single V-Butt Joint</i>	16
Gambar 2.3 Posisi Pengelasan 1G	17
Gambar 2.4 Proses Pengelasan SMAW	18
Gambar 2.5 <i>Lack of fusion</i>	22
Gambar 2.6 <i>Slag Inclusion</i>	22
Gambar 2.7 <i>Overlap</i>	23
Gambar 2.8 <i>Undercut</i>	23
Gambar 2.9 <i>Underfill</i>	23
Gambar 2.10 <i>Porosity</i>	24
Gambar 2.11 <i>Pin hole</i>	24
Gambar 2.12 <i>Splatter</i>	25
Gambar 2.13 Elektroda Las	26
Gambar 2.14 Skema Peralatan Uji Tarik	34
Gambar 2.15 Kurva Parameter Uji Tarik	34
Gambar 2.16 Contoh Hasil Kurva Uji Tarik	35
Gambar 2.17 Skema Uji Impak	37
Gambar 2.18 Skema Uji <i>Bending</i>	38
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 3.2 Sketsa Pemotongan Sampel	41
Gambar 3.3 Sketsa Spesimen	42
Gambar 3.4 Spesimen Uji Tarik	44
Gambar 3.5 Spesimen Uji Impak	45
Gambar 3.6 Sketsa Uji <i>Bending</i>	46
Gambar 4.1 Hasil Radiografi E420-13 Lokal 120 A	51

Gambar 4.2 Hasil Radiografi E420-13 Lokal 155 A	52
Gambar 4.3 Hasil Radiografi E420-13 Lokal 190 A	54
Gambar 4.4 Hasil Radiografi E6013 Impor 120 A	55
Gambar 4.5 Hasil Radiografi E6013 Impor 155 A	56
Gambar 4.6 Hasil Radiografi E6013 Impor 190 A	57
Gambar 4.7 Pengaruh Arus Terhadap <i>Ultimate Strength</i> E420-13 Lokal	59
Gambar 4.8 Pengaruh Arus Terhadap <i>Ultimate Strength</i> E6013 Impor	59
Gambar 4.9 Grafik Harga Impak Terhadap Temperatur E420-13 Lokal dan E6013 Impor 120 A	63
Gambar 4.10 Grafik Harga Impak Terhadap Temperatur E420-13 Lokal dan E6013 Impor 155 A	64
Gambar 4.11 Grafik Harga Impak Terhadap Temperatur E420-13 Lokal dan E6013 Impor 190 A	65
Gambar 4.12 Permukaan Patahan Pada Elektroda E420-13 Lokal	66
Gambar 4.13 Permukaan Patahan Pada Elektroda E6013 Impor	67
Gambar 4.14 Retak Pada E420-13 Lokal	69
Gambar 4.15 Sketsa Retak Pada E6013 Impor	69
Gambar 4.16 Hasil Metalografi E6013 Impor	73
Gambar 4.17 Hasil Metalografi E420-13 Lokal	74
Gambar 4.18 (a) Daerah <i>Base Metal</i> (b) Daerah HAZ (c) Daerah <i>Weld Metal</i> E6013 Impor	75
Gambar 4.19 (a) Daerah <i>Base Metal</i> (b) Daerah HAZ (c) Daerah <i>Weld Metal</i> E420-13 Lokal	78
Gambar B1. Data Uji <i>Bending</i> E6013 Impor	90
Gambar B2. Data Uji <i>Bending</i> E420-13 Lokal	90
Gambar B3. Data Uji Tarik E6013	90
Gambar B4. Data Uji Tarik E6013	90
Gambar B5. E420-13 Lokal 120 A	90
Gambar B6. E420-13 Lokal 155 A	90



Gambar B7. E420-13 Lokal 190A	91
Gambar B8. E6013 Impor 120A	91
Gambar B9. E6013 Impor 155A	91
Gambar B10. E6013 impor 190A	91
Gambar B11. <i>Mounting</i> E420-13 Lokal	91
Gambar B12. <i>Mounting</i> E6013 Impor	91
Gambar C1. Apron Las	93
Gambar C2. Gerinda	93
Gambar C3. Helm Las	93
Gambar C4. Meja Las	93
Gambar C5. Mesin <i>Cutting</i>	93
Gambar C6. Mesin <i>Grinding</i>	93
Gambar C7. Mesin Las	94
Gambar C8. Mikroskop Optik	94
Gambar C9. <i>Oven</i>	94
Gambar C10. Palu	94
Gambar C11. Radiografi	94
Gambar C12. Sarung Tangan	94
Gambar C13. Tang Ampere	95
Gambar C14. <i>Thermogun</i>	95
Gambar C15. Uji <i>Bending</i>	95
Gambar C16. Uji Impak	95
Gambar C17. Uji Tarik	95
Gambar C18. Uji XRF 90	95
Gambar C.19 <i>Clarocit Liquid</i>	96
Gambar C20. <i>Clarocit Powder</i>	96
Gambar C21. <i>Developer</i>	96
Gambar C22. <i>DP-Paste 6</i>	96
Gambar C23. <i>DP-Paste ¼</i>	96
Gambar C24. E420-13 Lokal	96
Gambar C25. <i>Fixer</i>	96

Gambar C26. Plat ASTM A36

96

Gambar C27 E6013 Impor

97

# BAB I

## PENDAHULUAN

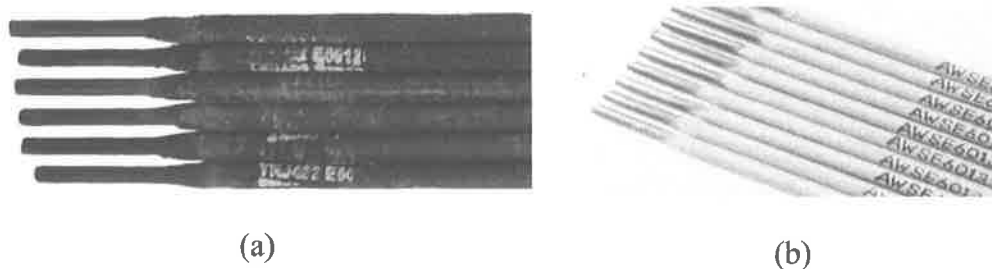
### 1.1 Latar Belakang

Dalam era pembangunan yang pesat seperti saat ini teknologi pengelasan telah banyak dipergunakan secara luas pada penyambungan logam baik dibidang industri manufaktur maupun pembangunan infrastruktur. Agar mampu bersaing maka setiap industri harus menghasilkan suatu produk yang berkualitas. Salah satu penunjang faktor kualitas suatu produk adalah material sebagai bahan baku dalam industri manufaktur maupun infrastruktur. Pertumbuhan Pembangunan konstruksi logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan, khususnya bidang rancang bangunan karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan secara teknis memerlukan keterampilan khusus. Penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, sarana transportasi, rel kereta api, pipa saluran dan lain sebagainya.

Pertumbuhan industri kawat las saat ini sedang berkembang dengan pesat. Industri kawat las dalam negeri dengan berbagai produsen seperti E6013 Impor merupakan salah satu market *leader* di Indonesia. Mengingat meningkatnya pertumbuhan industri kawat las dalam negeri yang memasuki pasar antara lain E420-13 Lokal. Semakin banyak produsen kawat las dengan berbagai tipe yang dikeluarkan menyebabkan konsumen akan menentukan pilihannya pada produsen tertentu dengan faktor pertimbangan seperti harga, kualitas, pelayanan penjualan,

pengiriman dan sebagainya (Amin, 2019).

E420-13 Lokal merupakan salah satu perusahaan yang masuk ke dalam industri kawat las dengan menjual produk seperti elektroda E6013. Fenomena pada penelitian ini terdapat pada elektroda E420-13 Lokal. Elektroda tersebut dapat dikatakan tidak seperti elektroda pada jenis *high titania* pada umumnya. Dapat dilihat dari perbedaan warna dari E420-13 Lokal dan E6013 Impor. Elektroda E420-13 Lokal masih belum tersertifikasi dan belum bisa di pasarkan kepada konsumen, dikarenakan membutuhkan pengujian terhadap elektroda tersebut dengan melakukan proses pengelasan pada material baja karbon rendah dengan menggunakan variasi kuat arus yang sesuai pada standar AWS A5.1 serta melakukan beberapa pengujian sifat mekanik untuk melihat hasil sambungan las elektroda tersebut sudah memenuhi kriteria sesuai dengan SNI 07-0049-1987. Pada penelitian ini pun terlihat ketidakstabilan pada elektroda E420-13 Lokal pada saat proses pengelasan yang disebabkan komposisi *flux* yang berbeda dengan jenis elektroda yang sudah tersertifikasi seperti E6013 Impor.



**Gambar 1.1** (a) E420-13 Lokal (b) E6013 Impor

Pada penelitian ini menggunakan bahan material baja karbon rendah yaitu pelat ASTM A36 dengan sudut kampuh yang digunakan  $45^\circ$  dan menggunakan posisi pengelasan 1G (*Down Hand*). Elektroda E420-13 Lokal dan E6013 Impor

dengan menggunakan metode pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) yang merupakan proses pengelasan menggunakan kawat elektroda yang terbungkus *flux*. *Flux* digunakan untuk melapisi elektroda, sehingga akan mencair dan membentuk terak dan gas yang akan melindungi logam cair yang terkumpul pada sambungan dan benda kerja sebagai penghalang oksida (Rusnaldy, 2017).

Berdasarkan uraian di atas, salah satu faktor utama yaitu pengaruh jenis elektroda yang digunakan dalam proses pengelasan pada material baja karbon rendah terhadap sifat mekanik. Untuk mengetahuinya, maka dilakukan beberapa pengujian sifat mekanik yang sesuai dengan standar SNI 07-0049-1987. Dari hasil pengelasan dengan menggunakan elektroda E420-13 Lokal dan E6013 Impor dengan menggunakan variasi arus 120 A, 155 A dan 190 A yang sesuai dengan standar AWS D1.1.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik komposisi *flux* pada E420-13 Lokal pada hasil sambungan lasan dan dibandingkan dengan E6013 Impor yang sudah tersertifikasi, sebagai acuan untuk E420-13 Lokal. Penelitian ini fokus untuk mengetahui karakteristik komposisi *flux*, sifat mekanik dan struktur mikro elektroda E420-13 Lokal yang akan diteliti, apakah sudah memenuhi kriteria sesuai standar SNI 07-0049-1987. Hipotesis penelitian ini adalah karakteristik komposisi *flux* pada elektroda E420-13 Lokal akan mempengaruhi hasil sambungan lasan yang terdapat cacat pengelasan serta mengubah kekuatan sifat mekanik dan fasa yang terbentuk pada pengujian metalografi.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka identifikasi masalah yang akan dilihat pada penelitian ini antara lain:

1. Menurut Rosidi, Elektroda E6013 SNI dan elektroda E420-13 Non SNI dengan standar AWS E6013 mempunyai sifat mekanis yang berbeda ditandai dengan penetrasi, kekuatan tarik, dampak dan struktur mikro yang berbeda. Hasil pengujian sifat mekanis dengan elektroda E6013 Impor SNI lebih baik dibandingkan E420-13 Lokal Non SNI.
2. Menurut Amin Suhadi, Struktur mikro untuk sampel non SNI pada daerah HAZ memiliki butiran *ferrite* yang lebih besar dan kasar dibandingkan dengan sampel SNI, pada daerah inti las juga terlihat *pearlite* dengan ukuran yang besar dan berbentuk runcing. Ini mengindikasikan bahwa di sekitar batas butir fasa ini memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan fasa yang ada ditengahnya. Hal ini akan menyebabkan konsentrasi tegangan lebih besar di daerah tersebut, sehingga terjadi patahan tanpa adanya pergeseran butir dan keuletannya akan menurun dibandingkan dengan sampel SNI.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai pada penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui pengaruh variasi arus pada elektroda E420-13 Lokal dan E6013 Impor pada sambungan las terhadap sifat mekanik yang meliputi uji tarik, uji dampak dan uji *bending*.
2. Mengetahui pengaruh variasi arus serta komposisi *flux* pada elektroda E420-

13 Lokal dan E6013 Impor pada sambungan las terhadap struktur mikro dengan menggunakan metode pengelasan SMAW.

3. Mengetahui pengaruh komposisi *flux* elektroda E420-13 Lokal dan E6013 Impor terhadap cacat pada pengelasan sesuai dengan standar SNI 07-0049-1987.

#### **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup pada penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini dilakukan di Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Serang dan di Laboratorium Teknologi Kekuatan Struktur
2. Pengelasan ini dilakukan dengan posisi 1G (*Down Hand*) menggunakan metode pengelasan SMAW dengan menggunakan elektroda E420-13 Lokal dan E6013 Impor.
3. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu baja karbon rendah ASTM A36 dengan ketebalan material 10 mm.
4. Penelitian ini menggunakan variasi arus sebesar 120 A, 155 A, dan 190 A sesuai dengan standar AWS A5.1.
5. Sambungan las yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Single V Butt Joint* dengan sudut kampuh 45°.

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari 5 bab. Bab I terdiri atas latar belakang penelitian, tujuan percobaan, rumusan masalah, hipotesis penelitian dan sistematika penulisan. Bab II merupakan tinjauan pustaka berisi teori dasar dari

literatur pengelasan SMAW, baja karbon rendah ASTM A36, elektroda E6013, faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengelasan, posisi pengelasan dan parameter proses pengelasan SMAW sebagai penunjang penelitian ini. Bab III merupakan metode penelitian berisi diagram alir penelitian dan prosedur yang digunakan saat penelitian. Bab IV menjelaskan mengenai hasil penelitian dan analisis hasil dari data yang sudah didapatkan. Bab V merupakan kesimpulan pada penelitian serta saran untuk penelitian lebih lanjut. Daftar pustaka berisi buku, jurnal dan yang digunakan sebagai referensi dalam penyusunan laporan penelitian tugas akhir ini. Lampiran berisi contoh perhitungan dari data hasil penelitian yang telah dilakukan, gambar alat, dan bahan yang digunakan untuk menunjang dalam penelitian



## DAFTAR PUSTAKA

- Affi, J. (2007). *Pengaruh Lapisan Oksida Tambahan pada Elektroda E 6013 Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Lasan Baja Karbon Rendah*. Jurnal Teknik Mesin, 20.
- Agarwal, R. (1992). *Welding Engineering: A Textbook for Student, fourth ed.* New Delhi, India: Khanaa Publications.
- Amin, S. (2019). *Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Kampuh Las Anantara Elektroda 6013 Merek X dan Y Terhadap Karakteristik Sambungan Las*. Jurnal Ilmiah Teknobiz, 1-11.
- ASTM. (2019). *ASTM A36: Standard Specification for Carbon*. Washington, D.C: American Society Testing Material.
- ASTM, E. (2013). *ASTM E23: Standar Test Method for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials*. American Nasional Standar, 1-26.
- ASTM, E. (2013). *ASTM E8: Standar Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*. American Nasional Standar, 1-28.
- AWS, A. (2008). *Procurement Guidlines For Consumables Welding an Allied Process Flux and Gas Shielded Electrical Welding Process*. American Nasional Standar.
- Azwinur. (2019). *Pengaruh Jenis Elektroda Pengelasan SMAW Terhadap Sifat Mekanik Material SS400*. Jurnal Polimesin, 19-25.
- Baghel, P. K. (2022). *Effect of SMAW process parameters on similar and dissimilar metal welds*. Heliyon 8, 1-14.
- Bintoro, A. (2000). *Dasar-dasar Pekerjaan Las*. Yogyakarta: Kanisisu.
- BSN. (1987). *Elektroda Las Terbungkus Elektroda Las Terbungkus Baja Karbon Renda, Mutu dan Syarat Uji*. Jakarta: Badan Standarisiasi Nasional.
- BSN. (2016). *Spesifikasi Baja Karbon Struktural*. Standar Nasional Indonesia, 1-32.
- D1.1, A. (2020). *Structural Welding Code Steel*. American Welding Society.
- DIN, 1. (2013). *Welding and Allied Process*. *Deutsches Institut für Normung*, 1-27.

- Fakri, Z. (2019). *Analisis Pengaruh Kuat Arus Pengelasan GMAW Terhadap Ketangguhan Sambungan Baja AISI 1050*. *Journal of Welding Technology*, 10.
- Groover. (2007). *Fundamental of Modern Manufacturing:Material, Process and System*. *Wiley Interscience*, 706-709.
- Haris Budiman. (2016). *Analisis Pengujian Tarik (Tensile Test) Pada Baja ST37 Dengan Alat Bantu Ukur Load Cell*. *Jurnal J-Esintec*, 13.
- Harsono, W. T. (1986). *Teknologi Pengelasan Logam*. Pradnya Paramita.
- Hidayat, K. (2020). *Analisis Sudut Kampuh Single V Butt Joint Las Mig pada Aluminium 6061 Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan*. Semarang: *Jurnal Teknik Perkapalan*.
- Hidayat, W. (2019). *Klasifikasi Dan Sifat Material Teknik Serta Pengujian Material*. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*.
- HW, Ahmad. (2009). *Karakteristik Material 1 Pengujian Tidak Merusak*. *Jurnal Teknik Metalurgi*, 11.
- Jordi M, Y. H. (2017). *Analisa Pengaruh Proses Quenching Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 Dengan* . Semarang: *Jurnal Teknik Perkapalan*.
- Lawrance, V. V. (1991). *Ilmu Bahan dan Teknologi Bahan* . Jakarta: Erlangga.
- Ngafidudin, M. (2016). *Rancang Bangun pH Meter Dengan Sensor E-201C Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Diterapkan pada Mesin Pencuci Film Radiografi Sinar-X*. *Jurnal Fisika*, 15.
- Putri, F. (2010). *Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus Dan Jarak Pengelasan*. Palembang: *Jurnal Austenit*.
- Risal, S. (2019). *Perbandingan Hasil Uji Mekanik Kekuatan Tarik Pada Pengelasan SMAW dan MIG*. *Pendidikan Teknik Mesin*, 10.
- Rosidi. (2019). *Analisa Kuat Arus Elektroda E6013 Terhadap Sambungan Las Pada Pelat Baja Untuk Tabung Gas 3KG*. *Politeknologi*, 1-10.
- Saduk, Mesiani. (2017). *Analisis Kekuatan Bending dan Kekuatan Impak Komposit Epoxy Diperkuat Serat Pelepah Lontar*. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 121-127.

- Sahlan. (2015). *Analisis Cacat Pengelasan Incompleted Fusion dan Retak Memanjang pada Waterwall Tube Boiler*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, 10-20.
- Suryaningsih, F. (2017). *Analisis Cacat pada Plat Carbon Steel Menggunakan Software ISEE Untuk Hasil Film Imaging Plate (IP)*. Pusat Rekayasa Nuklir - BATAN, 9.
- Syamsul, A. (1997). *Las Listrik dan Orogen*. Bandung: Ghailia Indonesia.
- Tarkono. (2010). *Studi Kekuatan Sambungan Las Baja AISI 1045 dengan Berbagai Cacat Pengelasan*. Jurnal Mechanical, 1-11.
- Wandri, D. (2016). *Effect On Current AC and DC Welding Result*. Padang: Jurnal Pendidikan Teknik Mesin.
- Zuhaimi. (2016). *Kekuatan Impak Baja ST 60 Dibawah Temperatur Ekstrim*. Jurnal Polimesin, 33-40.