

# Kaji eksperimen pengaruh variasi elektroda dan kuat arus pengelasan SMAW pipa baja AISI 1026 terhadap nilai kekerasan dan pengujian *magnetic particle*

Sopiansyah, Ilyas Yusuf, Sumardi  
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Lhokseumawe, 24301, Indonesia  
Email : sopiangayo228@gmail.com

## Abstrak

Kekuatan sambungan pengelasan sangat dipengaruhi oleh pemilihan elektroda yang benar dan arus yang sesuai sehingga tidak menimbulkan cacat las, untuk mengetahui jenis cacat las yang terjadi diperlukan pengujian seperti pengujian tidak merusak. Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengkaji tentang kualitas hasil sambungan las pada proses las SMAW dengan variasi elektroda dan arus pengelasan pada material pipa baja AISI 1026. Metode penelitian berupa pengelasan dengan variasi elektroda AWS E7016 dan E7018, kemudian dilakukan pengujian liquid penetrant dan magnetic particle untuk mengidentifikasi cacat pengelasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indikasi cacat las yang minim dari variasi arus pengelasan 80 A, 100A, dan 120 A adalah dengan menggunakan arus pengelasan 100 A dengan elektroda AWS E7016. Nilai kekerasan tertinggi pada daerah weld 39,3 HRC dengan menggunakan arus pengelasan 120 A dengan elektroda AWS E7016 dan nilai kekerasan tertinggi pada daerah HAZ kanan 36,28 HRC dengan menggunakan arus pengelasan 120 A dengan elektroda AWS E7018 dan HAZ kiri 36,20 HRC dengan menggunakan arus pengelasan 120 A dengan elektroda AWS E7018. Dari data hasil pengujian kekerasan material AISI 1026 didapat hasil pada data kekerasan base material rata-rata 30,15 HRC.

**Kata kunci** : SMAW, AISI 1026, Magnetic Particle Inspection, HAZ, kekerasan.

## *Effect of electrode variation and welding current strength of SMAW AISI 1026 steel pipe on hardness value and Magnetic Particle test*

### Abstract

*The strength of the welding joint is greatly influenced by the selection of the correct electrode and the appropriate current so that it does not cause welding defects, to determine the type of welding defect that occurs, tests such as non-destructive testing are needed. This study aims to examine the quality of welded joints in the SMAW welding process with variations of electrodes and welding currents on AISI 1026 steel pipe material. The research method is welding with variations of AWS E7016 and E7018 electrodes, then testing liquid penetrant and magnetic particle to identify welding defects. The results showed that the minimal indication of welding defects from variations in welding currents of 80 A, 100A, and 120 A was to use a welding current of 100 A with AWS E7016 electrodes. The highest hardness value in the weld area is 39.3 HRC using a welding current of 120 A with AWS E7016 electrodes and the highest hardness value is in the right HAZ 36.28 HRC using a welding current of 120 A with AWS E7018 electrodes and the left HAZ 36.20 HRC with using a welding current of 120 A with AWS E7018 electrodes. From the data from the AISI 1026 material hardness test, the results obtained on the base material hardness data an average of 30.15 HRC.*

## 1 Pendahuluan

Pengelasan (welding) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinu[1]. Salah satu proses pengelasan yang paling umum dan sering kali digunakan yaitu pengelasan SMAW (Shield Metal Arc Welding)[2][3]. Yang sering menjadi permasalahan ialah ketika kekuatan dari hasil

lasan tidak sesuai dengan yang ditargetkan. Hal tersebut sering terjadi diakibatkan oleh terbentuknya cacat las pada saat proses pengelasan berlangsung dan cacat las yang terbentuk sering ada pada hasil las dengan metode SMAW. Pipa Baja AISI 1026 sering kali diaplikasikan pada Pabrik minyak yang digunakan untuk sistem perpipaan pada Boiler (Ketel uap) dikarenakan material ini tahan terhadap tekanan uap panas yang dihasilkan mesin boiler yang dalam proses konstruksinya menggunakan teknik pengelasan,

dan dalam permasalahannya sering sekali terjadi kebocoran pada saluran pipa boiler akibat tekanan uap yang berlebih yang tidak bisa ditahan oleh hasil lasan yang tidak sesuai standart, bisa jadi dari kesalahan welder atau dari ketidakcocokan elektroda dan arus yang digunakan sehingga terjadinya kebocoran pada pipa boiler tersebut[2][4].

Pemilihan elektroda yang benar dan arus yang sesuai merupakan parameter yang sangat penting pada proses pengelasan karena elektroda yang tidak sesuai dengan material bisa menyebabkan lemahnya kekuatan sambungan pengelasan sehingga membahayakan konstruksi. Begitu juga dengan arus yang tidak sesuai akan menimbulkan berbagai cacat pengelasan yang juga sangat mempengaruhi kekuatan sambungan pengelasan[5][6].

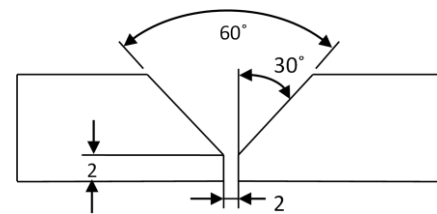
Penelitian tentang ini sudah dilakukan kajian oleh beberapa peneliti[7][8][9] seperti Triana dkk dengan judul penelitian Pengaruh Variasi Elektroda dan Arus Listrik Pengelasan Terhadap Cacat Las dan Sifat Mekanik Pelat Baja Aplikasi Lambung Kapal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil pengelasan menggunakan elektroda E7016 ditemukan cacat porositas sebesar 12 mm dan 2 mm pada saat pengelasan dilakukan dengan besar arus 90 A dan 130 A, sedangkan hasil pengelasan menggunakan elektroda E7018 ditemukan cacat porositas sebesar 6 mm pada saat pengelasan dilakukan dengan besar arus 80 A dan 100 A [10]. Berdasarkan permasalahan tersebut maka diperlukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan parameter yang sesuai sehingga dapat meningkatkan kekuatan sambungan las. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji tentang kualitas hasil sambungan las dengan proses las SMAW menggunakan variasi elektroda AWS E 7016 dan AWS E7018 dengan Variasi arus 80 A, 100 A dan 120 A pada material pipa baja AISI 1026. Kemudian material dilakukan pengujian liquid penetrant dan magnetic particle untuk mengidentifikasi cacat pengelasan, dilanjutkan dengan pengujian kekerasan untuk mendapatkan nilai kekerasan permukaan dari sifat mekanik material.

## 2 Metode Penelitian

Material yang digunakan AISI 1026 dengan ukuran panjang 500 mm, diameter 5 inch, dan tebal 9 mm. Dalam penelitian ini material Pipa baja AISI 1026 mempunyai ukuran dimensi panjang 500mm, diameter 5 inchi dan tebal 9 mm. setelah dilakukan proses pemotongan (*cutting*) menggunakan gergaji besi dimensinya menjadi panjang 120 mm diameter 5 inchi dan tebal 9 mm, untuk memudahkan proses pengelasan. Langkah awal yang dilakukan adalah memotong material menjadi dua bagian dengan menggunakan mesin gergaji.

Pembuatan kampuh V terbuka dibuat dengan

menggunakan mesin bubut bentuk yang akan dibuat adalah material akan dipotong dengan sisi kemiringan 30° dan menyisakan 2 mm untuk bentuk *root face*.



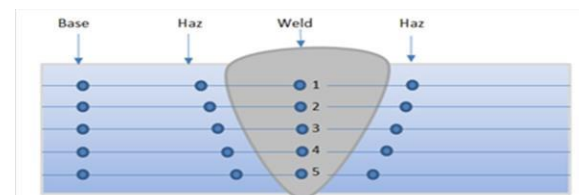
Gambar 1. Bentuk Kampuh

Selanjutnya dilakukan proses pengelasan adalah sebagai berikut:

1. Persiapkan alat dan bahan.
2. Persiapkan mesin las dan mengelas sesuai prosedur pengelasan.
3. Arus pengelasan yang digunakan adalah 80 A, 100 A, 120A.
4. Elektroda yang digunakan adalah AWS E7016 dan AWS E7018
5. Bersihkan terak hasil pengelasan sebelum melakukan uji tidak merusak dan membentuk spesimen.

Setelah dilakukan pengelasan pada spesimen, selanjutnya dilakukan pengujian NDT berupa *liquid penetrant* dan uji *magnetic particle*. Pengujian ini dilakukan untuk melihat cacat las yang terjadi pada permukaan benda kerja dan *sub surface*

Setelah pengujian NDT dilakukan pengujian kekerasan seperti pada gambar 2.



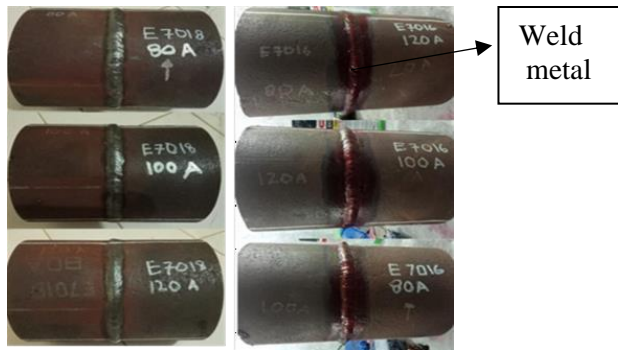
Gambar 2. Bentuk Spesimen Uji Kekerasan

Spesimen uji kekerasan untuk satu variasi arus dan elektroda berjumlah satu spesimen dan spesimen total keseluruhan spesimen uji kekerasan untuk tiga variasi arus dan dua variasi elektroda berjumlah enam spesimen.

## 3 Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil Pengelasan

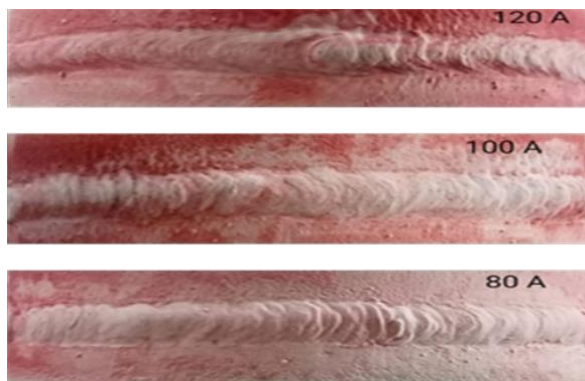
Berikut ini adalah hasil dari pengelasan material pipa baja AISI 1026 dengan variasi Elektroda E7016 dan E7018 dengan Arus 80, 100 dan 120 A. Hasil Pengelasan terlihat pada gambar 3.



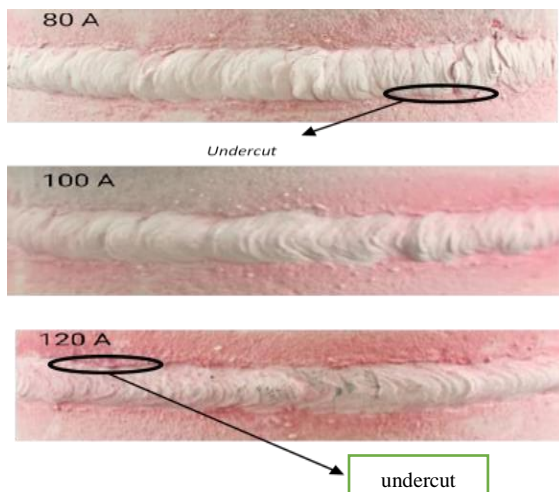
**Gambar 3.** Hasil Pengelasan

### 3.2 Uji Penetrant

Setelah dilakukan pengelasan selanjutnya dilakukan uji penetrant, uji penetrant terlihat pada gambar 4 dan 5.



**Gambar 4.** Hasil Uji Penetrant spesimen memakai elektroda AWS E7016.



**Gambar 5.** Hasil Uji Penetrant spesimen memakai elektroda AWS e7018

Dari hasil uji penetrant pada spesimen yang menggunakan elektroda AWS E7016 tidak ada

indikasi cacat las sedangkan pada spesimen yang menggunakan elektroda AWS E7018 terdapat indikasi cacat las jenis undercut pada saat menggunakan arus 80 A dan 120 A

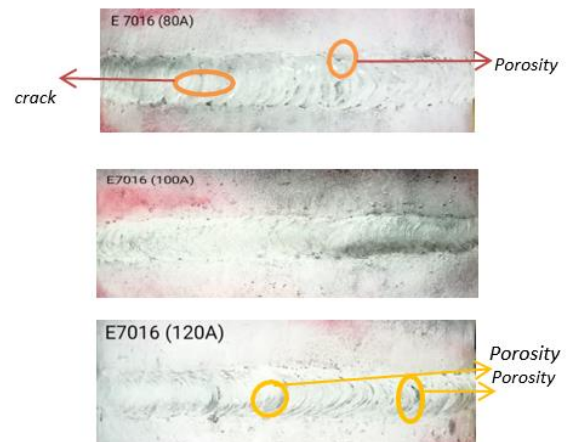
Setelah dilakukannya uji penetrant terdapat cacat pengelasan jenis undercut pada kasus ini terjadi dikarenakan pada saat pengelasan arus yang digunakan tidak sesuai dengan kecepatan elektroda, sehingga membuat lelehan yang tidak merata.

### 3.2 Pengujian Magnetic Particle

Pengujian Magnetic Particle merupakan salah satu metode pengujian tak merusak dengan menggunakan serbuk magnet untuk dapat melihat dan mengidentifikasi jenis cacat las sedikit didalam permukaan.

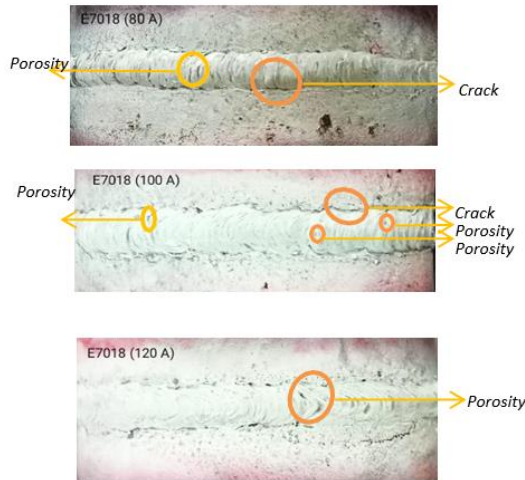
Non-Destructive Test (NDT) adalah aktivitas pengujian atau inspeksi terhadap suatu benda atau material untuk mengetahui adanya cacat tanpa merusak benda.

Setelah pengujian liquid penetrant dilanjutkan dengan pengujian magnetic particle untuk memeriksa cacat dalam permukaan, seperti gambar dibawah ini:



**Gambar 6.** Hasil Uji Magnetic Particle spesimen memakai elektroda AWS e7016

Pada data hasil pengujian Magnetic Particle pada spesimen yang memakai elektroda E7016 pada variasi arus 80 A terdapat jenis cacat las Crack dan Porosity, ini terjadi karena arus pengelasan terlalu rendah dan kecepatan las terlalu tinggi. pada arus 100 A tidak ada indikasi cacat dan pada arus 120 A terindikasi cacat jenis porosity dikarenakan adanya sambungan las atau pergantian elektroda. dan yang bisa dikatakan memiliki kualitas paling baik adalah pada arus 100 A. Pengelasan arus 100 A dikatakan paling baik karena minim cacat las.

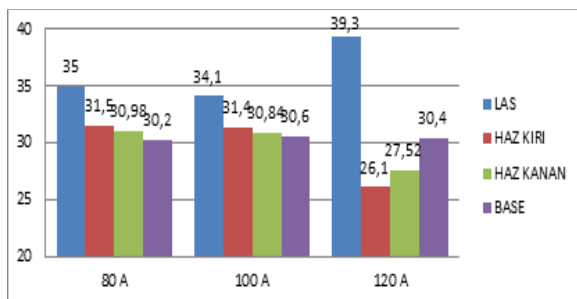


**Gambar 7.** Hasil Uji Magnetic Particle spesimen memakai elektroda AWS e7018.

Pada data hasil pengujian Magnetic Particle pada spesimen yang memakai elektroda E7018 pada variasi arus 80 A terdapat jenis cacat las *Crack* dan *Porosity*, ini terjadi karena arus pengelasan terlalu rendah dan kecepatan las terlalu tinggi. pada arus 100 A terindikasi cacat jenis *porosity* yang sangat banyak dan cacat jenis crack. Hal ini disebabkan karena ketidaksesuaian kecepatan las dengan arus yang digunakan. Sedangkan pada arus 120 A Hanya terindikasi cacat jenis *porosity* dikarenakan adanya sambungan las atau pergantian elektroda dan yang bisa dikatakan memiliki kualitas paling baik adalah pada arus 120 A. Pengelasan arus 120 A dikatakan paling baik karena minim cacat las, hal ini terbukti bahwa pengaruh jenis elektroda dan arus sangat mempengaruhi kualitas hasil sambungan pengelasan SMAW pada pipa baja AISI 1026.

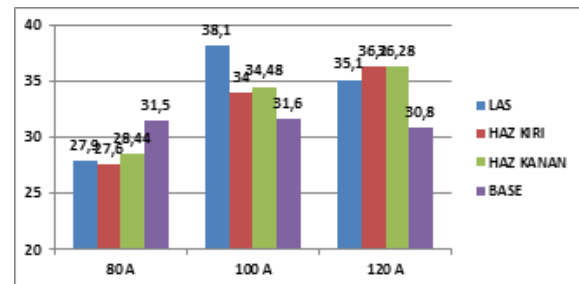
### 3.3 Hasil Uji Kekerasan Metode Rockwell

Penelitian ini menggunakan jenis elektroda E7016 dan E7018 serta variasi arus sebesar 80 A, 100 A dan 120 A. Hasil pengujian kekerasan masing-masing variasi dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 8.** Diagram Nilai Kekerasan Spesimen Menggunakan Elektroda AWS e7016

Data dari gambar 8 menunjukkan nilai kekerasan base material adalah 31 HRC. Nilai HAZ tertinggi yaitu pada arus 80 A, ini terjadi karena kecepatan pengelasan yang terlalu cepat. Besarnya nilai kuat arus mempengaruhi nilai kekerasan spesimen, dari pengolahan data yang dilakukan semakin kecil kuat arus yang dipakai maka nilai kekerasan juga semakin rendah dan juga sebaliknya. Karena saat arus pengelasan yang dipakai semakin kecil maka akan mengakibatkan suhu lelehan elektroda akan semakin kecil juga sehingga penyebaran daerah HAZ akan semakin sempit penyebarannya.



**Gambar 9.** Diagram Nilai Kekerasan Spesimen Menggunakan Elektroda AWS e7018

Data dari gambar 9 menunjukkan nilai kekerasan HAZ tertinggi yaitu pada arus 120 A. 36,28 HRC. Dan nilai kekerasan daerah lasan tertinggi yaitu pada arus 100 A. 38,10 HRC, dan pada arus 80 A. Nilai kekerasan sangat rendah dibandingkan nilai kekerasan base metal yaitu 27,90 HRC.

Pengujian kekerasan untuk setiap spesimen yang ada menggunakan elektroda AWS E7016 dan AWS e7018, terlihat cenderung lebih besar ketika titik uji kekerasan Rockwell berada didaerah LAS, dan sebaliknya semakin kecil jika mendekati daerah HAZ. Semakin tinggi arus yang digunakan maka akan berakibat semakin tinggi nilai kekerasan pada daerah LAS, namun pada dasarnya hasil kekerasan yang baik itu adalah nilai kekerasan HAZ harus lebih tinggi daripada daerah Las, hal ini sangat dipengaruhi dengan kecepatan pengelasan dikarenakan semakin rendahnya kecepatan pengelasan yang dilakukan maka akan berakibat semakin melebarnya daerah HAZ pada setiap spesimen, ini dikarenakan oleh energi masukan panas (heat input) yang diterima masing-masing spesimen akan semakin besar jika kecepatan pengelasan semakin tinggi. tersebut akan mengalir ke logam induk dan menyebarkan daerah HAZ semakin besar, begitu juga nilai Kekerasan (HRC) akan semakin besar jika kecepatan pengelasan semakin cepat. Besar nya kuat arus juga mempengaruhi nilai kekerasan (HRC) dari

spesimen, dari pengolahan data yang dilakukan semakin kecil kuat arus maka nilai kekerasan (HRC) yang didapat akan semakin tinggi.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan pada baja karbon rendah AISI 1026 disertai dengan proses pengelasan SMAW menggunakan variasi elektroda AWS E7016 dan E7018 serta variasi Arus 80, 100 dan 120 dapat diambil kesimpulan bahwa pada pengujian *Liquid Penetrant test* tidak ada indikasi cacat yang muncul pada spesimen uji yang menggunakan elektroda AWS E7016, namun pada permukaan spesimen yang sebelumnya dilakukan proses pengelasan menggunakan Elektroda AWS E7018 terdapat cacat las jenis Undercut pada Arus 80 A dan 120 A. Cacat Undercut dikarenakan arus yang terlalu besar dan kecepatan las yang terlalu tinggi. Kemudian pada pengujian magnetic particle specimen uji yang terdapat banyak cacat las adalah specimen yang menggunakan elektroda AWS E7018 Pada arus 100 A dimana terdapat jenis cacat las Porosity dan Crack hal ini dikarenakan pengaruh kuat arus dan kecepatan elektroda serta jenis elektroda dimana arus yang digunakan telah sesuai standart namun kecepatan elektroda yang digunakan terlalu lambat sehingga menyebabkan specimen cacat retak atau crack, sedangkan pada specimen yang menggunakan elektroda AWS E7016 pada Arus 100 A memiliki kualitas hasil lasn yang sangat baik dikarenakan tidak ada indikasi cacat las, hal ini dapat membuktikan bahwa pengaruh jenis elektoda dan kuat arus dapat mempengaruhi kualitas hasil pengelasan SMAW pada Material baja AISI 1026. Pada hasil pengujian kekerasan Hardness (HRC) besar arus listrik mempengaruhi Pada arus listrik rendah, nilai kekerasan dari spesimen akan cenderung semakin tinggi dan berbanding terbalik jika arus listrik yang digunakan semakin besar. Dan pada daerah HAZ Kiri dan HAZ Kanan, kecepatan las juga berpengaruh karena semakin kecil kecepatan las akan menyebabkan semakin luasnya daerah HAZ, dibandingkan kecepatan las yang tinggi , ini dikarenakan penyebaran panas pada logam lebih lama, hal ini juga menyebabkan nilai kekerasan pada daerah HAZ akan meningkat.

#### Referensi

- [1] A. Hamid, "ANALISA PENGARUH ARUS PENGELASAN SMAW PADA MATERIAL BAJA KARBON RENDAH TERHADAP KEKUATAN MATERIAL HASIL SAMBUNGAN.," *J. Teknol. Elektro, Univ. Mercuri Buan*, vol. 7, no. 1, p. (ISSN:2086-9479), 2016.
- [2] V. A. Setyowati and S. Suheni, "VARIASI ARUS DAN SUDUT PENGELASAN PADA MATERIAL AUSTENITIC STAINLESS STEEL 304 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTURMAKRO," *J. IPTEK*, vol. 20, no. 2, p. 29, Dec. 2016, doi: 10.31284/j.ipitek.2016.v20i2.40.
- [3] I. Arif Rahman Hakim, "Analisa pengaruh variasi kampuh terhadap hasil pengelasan SMAW pada stainless steel 304 menggunakan pengujian ultrasonic dan kekuatan tarik.," *J. POLIMESIN*, vol. 18, no. 1, pp. 30–38, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.30811/jpl.v18i1.1057>.
- [4] D. Tarwijayanto, "Pengaruh Arus Dan Waktu pelapisan hard chrome terhadap ketebalan lapisan dan tingkat kekerasan mikro pada plat baja karbon rendah aisi 1026 dengan menggunakan cro3 250 gr/lit dan h2so4 2, 5 gr/lit pada proses elektroplating," 2013.
- [5] R. Wahyudi, N. Nurdin, and S. Saifuddin, "Analisa pengaruh jenis elektroda pada pengelasan SMAW penyambungan baja karbon rendah dengan baja karbon sedang terhadap tensile strenght," *J. Weld. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 43–47, 2020.
- [6] S. I. Pangestu, "PENGARUH VARIASI ARUS LAS SMAW (SHIELDING METAL ARC WELDING) TERHADAP DISTORSI DAN SIFAT MEKANIK DESSIMILAR STAINLESS STEEL 304 DAN BAJA A 36." University of Muhammadiyah Malang, 2019.
- [7] A. Arifin and M. Hendrianto, "Pengaruh Arus dan Jarak Kampuh Pengelasan Terhadap Distorsi Sambungan Pelat Baja Karbon Rendah dengan Menggunakan SMAW," *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 1, no. 1, pp. 20–25, 2018.
- [8] T. B. Santoso, S. Solichin, and P. Trihutomo, "Pengaruh kuat arus listrik pengelasan terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro las SMAW dengan elektroda E7016," *J. Tek. Mesin*, vol. 23, no. 1, 2016.
- [9] S. P. Tewari, A. Gupta, and J. Prakash, "Effect

of welding parameters on the weldability of material,” *Int. J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 2, no. 4, pp. 512–516, 2010.

- [10] T. Triana, M. Kamil, and Y. M. Zulaida, “Pengaruh Variasi Elektroda dan Arus Listrik Pengelasan Terhadap Cacat Las dan Sifat Mekanik Pelat Baja Aplikasi Lambung Kapal,” *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 2, no. 1, pp. 50–55, 2018.