

# Optimasi Sudut Elektroda dan Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Pada Baja ST37

<sup>1\*</sup> Mualifi Usman, <sup>2</sup> Muhammad Fakhrurozi, <sup>3</sup> Kadaryono

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Darul Ulum, Jombang

<sup>1</sup>mualifusman7@gmail.com, <sup>2</sup>rozilibra65@gmail.com, <sup>3</sup>yonokadaryono11@gmail.com

## Article Info

### Article history:

Received March 15<sup>th</sup>, 2024

Revised April 17<sup>th</sup>, 2024

Accepted May 9<sup>th</sup>, 2024

### Keyword:

SMAW welding  
electrode angle  
current strength  
tensile strength  
ST37 steel.

## ABSTRACT

Welding technology is an important process in the field of manufacturing in metal welding. SMAW welding uses electrical energy as a heat source and additional electrodes in joining metal welding. The angle of the electrode and the current strength greatly affect the welding strength. In this research, the design and analysis of variations in electrode angle and current strength in SMAW welding were carried out on tensile strength. The material used for testing is ST37 steel. The electrode angles used are 65°, 70° and 75°. The magnitude of the current used is 3 variations, namely 90 A, 95 A, and 100 A. In this research, the data processing method used is a factorial design with data from the results of tensile strength testing. In this study, the largest tensile strength test results were obtained at an electrode angle of 70o with a current strength of 100 A, getting a result of 32.668 kg/mm<sup>2</sup>, while the smallest result was obtained at an electrode angle of 65o with a current strength of 90 A, getting a result of 19.96 kg/mm<sup>2</sup>. The results of this research will be used as a reference for further research using different angle variations, currents, and test materials.

Copyright © 2024 Jurnal JEETech.  
All rights reserved.

### Corresponding Author:

First Author,

Email: mualifusman7@gmail.com

*Abstrak*—Teknologi pengelasan merupakan proses penting dalam bidang manufaktur pada pengelasan logam. Pengelasan SMAW menggunakan energi listrik sebagai sumber panas dan elektroda tambahan dalam penyambungan pada pengelasan logam. Sudut elektroda dan kuat arus sangat mempengaruhi kekuatan pengelasannya. Pada penelitian ini dilakukan desain dan analisa variasi sudut elektroda dan kuat arus pada pengelasan SMAW terhadap kekuatan tarik. Bahan yang digunakan untuk pengujian yaitu baja ST37. Sudut elektroda yang digunakan yaitu sudut 65°, 70°, dan 75°. Besar arus yang digunakan yakni 3 variasi yaitu 90 A, 95 A, dan 100 A. Dalam penelitian ini metode pengolahan data yang digunakan desain rancangan faktorial dengan data dari hasil pengujian kekuatan tarik. Pada penelitian ini didapatkan hasil pengujian kekuatan tarik yang terbesar didapatkan pada sudut elektroda 70° dengan kuat arus 100 A mendapatkan hasil sebesar 32,668 kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan hasil terkecil didapatkan pada sudut elektroda 65° dengan kuat arus 90 A, mendapatkan hasil sebesar 19,96 kg/mm<sup>2</sup>. Hasil penelitian ini akan dipakai acuan untuk penelitian berikutnya dengan variasi sudut, arus, dan bahan uji yang berbeda.

**Kata Kunci:** Las SMAW, sudut elektroda, kuat arus, kekuatan tarik, baja ST37

## 1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi teknologi pengelasan merupakan proses penting yang sulit dipisahkan dalam kaitannya bidang manufaktur. Pengelasan

SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) adalah suatu proses pengelasan logam yang menggunakan energy listrik sebagai sumber panas dan elektroda tambahan dalam penyambungan[1][2]. Proses pengelasan SMAW dipilih karena prosesnya lebih

sederhana dan biayanya cukup terjangkau, dan untuk hasil pada pengelasannya memiliki sifat mekanik yang baik[3][4][5].

Teknologi pengelasan memiliki banyak jenis saat ini telah dipergunakan lebih dari 40 jenis pengelasan, termasuk yang dimana sebuah elektroda dipanaskan sampai meleleh dan kemudian di endapkan pada logam yang akan disambung untuk membentuk sambungan las. Dimana disebut dengan pengelasan *shield metal arc welding* (SMAW)[6].

Perubahan posisi sudut atau kemiringan elektroda dapat mempengaruhi bentuk deposit las sehingga akan mempengaruhi kekuatan pengelasannya juga, oleh karena itu sudut elektroda sangat penting dalam proses pengelasan.

Tidak hanya posisi sudut elektroda, pemilihan besar atau kecilnya arus juga berpengaruh terhadap hasil pengelasan yang dihasilkan pada proses pengelasan baja ASTM A36 menggunakan kuat arus 100 A, 120 A, dan 130 A dengan rata-rata hasil pengelasan terbaik terdapat pada kuat arus 100 A, hasil pengelasan yang diinginkan seperti kekuatan dari sambungan las yang diperoleh harus kuat dan baik[7]. Perbandingan besar dan kecilnya arus tergantung dari jenis kawat las yang akan digunakan, tebal material, serta jenis material yang hendak di proses las. Material yang banyak digunakan adalah baja karbon rendah seperti baja ST37 dimana baja ini bukan baja keras karena mengandung sedikit karbon. Baja ini disebut baja ringan atau baja perkakas yang mengandung karbon kurang dari 0,3%. Baja karbon rendah kuat, mudah ditempa dan dapat dikerjakan panas atau dingin. Arti dari ST sendiri adalah singkatan dari steel (baja), sedangkan 37 menunjukkan batas minimum kekuatan tarik, dimana benda uji ditarik hingga patah atau putus sehingga dapat diketahui seperti apa benda uji bereaksi atas gaya tarik yang diberikan.

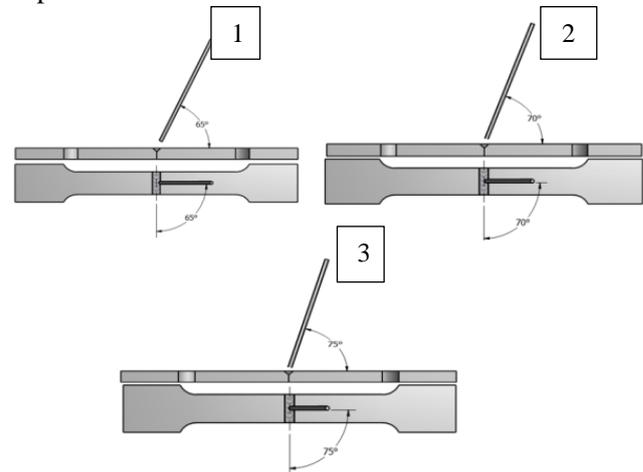
## 2. METODE PENELITIAN

Metode dideskripsikan secara rinci yang memuat desain, populasi, sampel dan teknik pengambilan sampel, cara kerja penelitian, parameter yang diamati, serta teknis analisis. Metode ditulis dalam bentuk naratif dengan menyampaikan pentingnya cara penelitian dilakukan. Segala bentuk instruksi, manual atau manual teknis dalam kegiatan penelitian yang terlalu rinci tidak boleh dimasukkan.

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode kuantitatif statistik deskriptif dengan variabel independen dimana faktor a yaitu variasi sudut elektroda ( $65^\circ$ ,  $70^\circ$ , dan  $75^\circ$ ) dan faktor b yaitu

kuat arus ( $90\text{ A}$ ,  $95\text{ A}$ , dan  $100\text{ A}$ ), untuk variabel dependen adalah kekuatan tarik baja ST37.

Dalam penelitian ini sudut elektroda yang digunakan yaitu sudut elektroda  $65^\circ$ , sudut elektroda  $70^\circ$ , dan sudut elektroda  $75^\circ$  yang dapat dilihat seperti di bawah ini.



Gambar 1. (1) sudut elektroda  $65^\circ$ , (2) sudut elektroda  $70^\circ$ , (3) sudut elektroda  $75^\circ$ .

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### a. Alat yang digunakan

Berikut dibawah ini adalah alat-alat yang digunakan dalam proses penelitian :

##### 1. Mesin las SMAW

Mesin las listrik yang digunakan merk Lakoni Falcon berdaya 900 watt dengan kuat arus maksimal 120 ampere. Mesin las listrik ini merupakan mesin las inverter yang menggunakan sistem pembangkit frekuensi rendah di ubah menjadi frekuensi tinggi, menjadikan mesin las ini hemat dalam pemakaian listrik.

Spesifikasi :

- 1) Daya listrik : 900 Watt
- 2) Arus output : 10 - 120 Ampere
- 3) Diameter kawat las : 2.0 - 4 mm
- 4) Ukuran soket : 25 mm
- 5) Dimensi : 270 x 200 x 110 mm,
- 6) Pendingin : Kipas
- 7) Duty cycle : 60% (pada 120 A), 100% (pada 100 A)



Gambar 2 Mesin las SMAW

2. Mesin miling

Mesin ini berfungsi untuk pembuatan spesimen uji tarik. Mesin ini merk FIRST model LC 1 1/2 TM. Mesin yang digunakan mempunyai dimensi meja kerja 100cm x 23cm. Mesin ini mempunyai kecepatan putaran 80-2760 rpm.



Gambar 3 Mesin miling

3. Mesin uji tarik

Mesin uji tarik yang digunakan memiliki tekanan hidrolik maksimal 150 bar atau 152,96 kg/cm<sup>2</sup>. [8] Dan memiliki kekuatan tarik lebih dari 200 KN.



Gambar 4 Mesin uji tarik

Mesin uji tarik ini digerakkan oleh motor konduksi 3 pashe dengan merk TECO tipe AEEB dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Voltase : 380 V
2. Frekwensi : 50 HZ
3. Ampere : 5,08 A
4. RPM : 1425 rpm
5. Ambient Temperature : 40° C

b. Bahan yang digunakan  
Berikut dibawah ini adalah bahan yang digunakan untuk penelitian :

1. Baja ST37

Baja karbon rendah (ST37) bukan baja keras karena mengandung sedikit karbon[9]. Baja ini disebut juga baja ringan (*mild steel*) atau baja perkakas yang mengandung karbon kurang dari 0,3% setiap0 satu ton baja karbon rendah mengandung 10 - 30 kg karbon. Baja karbon rendah kuat, mudah ditempa dan dapat dikerjakan panas atau dingin. Arti dari ST sendiri adalah singkatan dari *steel* (baja). Sedangkan angka 37 menunjukkan batas minimum kuat tarik sebesar 37 kg/mm<sup>2</sup> [6].

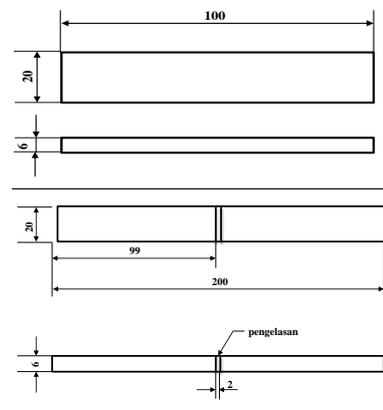
2. Elektroda E6013

Elektroda SMAW/kawat las E6013 sesuai AWS 5.1 atau E4313 sesuai SFA 5.1M atau CSA W48 adalah elektroda yang paling banyak digunakan untuk lembaran logam, fabrikasi umum & pekerjaan pengelasan structural. Elektroda E6013, sangat mirip dengan elektroda E6012 tetapi E6013 memiliki perbedaan yang jelas dalam pelapisan, pembentukan terak & polaritas pengelasan[10]. Elektroda E6013 memiliki daya tembus yang rendah, terak beku yang cepat dan ini dapat mengakibatkan penetrasi yang tidak sempurna pada sambungan las filet[3][11].

**Pembuatan Spesimen Las**

Ada beberapa tahap untuk pembuatan spesimen las yakni :

1. Persiapan alat dan bahan.
2. Potong logam baja ST37 dengan ukuran sesuai pada gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 5 Dimensi awal material

3. Bentuk potongan logam sesuai dengan standar ASTM E8.

Pada saat proses pengujian kekuatan tarik akan diperoleh data pengujian, setelah mendapatkan data, langkah selanjutnya adalah menganalisisnya.

Kemudian masukkan data hasil uji ke persamaan yang ada untuk mendapatkan data kuantitatif, yaitu data yang berbentuk angka. Berikut persamaan : Tegangan tarik ( $\sigma$ ) dapat didefinisikan dalam rumus:

$$\sigma = \frac{F}{A} \tag{1}$$

- Diketahui:  $\sigma$  = Tegangan tarik ( $\text{kg/mm}^2$ )
- F = Gaya tekan hidrolis ( $\text{kg/cm}^2$ )
- A = Luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

**Prosedur Pengujian Tarik**

Ada beberapa langkah prosedur dalam pengujian tarik yaitu sebagai berikut :

1. Mempersiapkan spesimen uji tarik.
2. Mempersiapkan mesin pengujian tarik dalam keadaan hidup.
3. Memasang spesimen dengan menentukan titik tumpuan dan titik tengah benda dan alat tarik.
4. Menjalankan mesin uji tarik dimana pada kondisi ini fenomena uji tarik terjadi
5. Disaat mesin uji tarik bekerja dan mulai menarik benda kerja perhatikan jarum indikator.
6. Pada saat benda kerja patah catat hasil pengujiannya.

Masukkan data pada rancangan tabel penelitian kekuatan tarik.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**HASIL PENELITIAN**

Adapun hasil penelitian di lapangan pada tekanan hidrolis, dihasilkan data pengujian tarik pada spesimen di tekanan hidrolis seperti yang di tunjukkan pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1 Data tekanan hidrolis pada mesin uji tarik

Sudut Elektroda	Kuat Arus					
	90 Ampere		95 Ampere		100 Ampere	
	P	P	P	P	P	P
	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/mm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/mm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/mm <sup>2</sup>
65°	15	0,15	20	0,2	20	0,2
	20	0,2	25	0,25	30	0,3
	20	0,2	20	0,2	25	0,25
70°	25	0,25	20	0,2	30	0,3
	20	0,2	30	0,3	30	0,3
	25	0,25	25	0,25	30	0,3
75°	20	0,2	25	0,25	25	0,25
	20	0,2	20	0,2	25	0,25
	20	0,2	25	0,25	20	0,2

Diketahui P = Tekanan hidrolis

Hasil perhitungan peralihan dari Tekanan Hidrolis (P) ke kekuatan tarik ( $\sigma$ ) :

1. Gaya tekan hidrolis (F)

$$P = \frac{F}{A_0} \tag{2}$$

$$F = P \cdot A_0 \tag{3}$$

Luas penampang piston ( $A_0$ )

$$A_0 = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{3,14}{4} 10,2^2 = 0,785 \times 10,404 = 8.167,14 \text{mm}^2$$

Jika luas penampang piston diketahui maka gaya tekan hidrolis dapat dihitung Gaya tekan hidrolis (F)

$$F = P \times A_0 = 0.15 \times 8.167,14 = 1.225,07 \text{ kg}$$

2. Kekuatan tarik ( $\sigma$ )

Jika gaya tekan hidrolis ( $F_h$ ) = gaya tarik spesimen ( $F_s$ ) maka :

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Luas penampang penampang spesimen ( $A_0$ )

$$A_0 = P \times L = 12,5 \times 6 = 75 \text{ mm}^2$$

Jika luas penampang spesimen diketahui, maka kekuatan tarik dapat dihitung.

Kekuatan tarik ( $\sigma$ )

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{1.225,07}{75} = 16,334 \text{ kg/mm}^2$$

Dimana kekuatan tekanan hidrolis menunjukkan luas penampang piston sebesar  $8.167,14 \text{mm}^2$ , Jika luas penampang piston diketahui maka gaya tekan hidrolis dapat dihitung Gaya tekan hidrolis sebesar  $1.225,07 \text{kg}$ , untuk luas penampang spesimen diketahui, maka kekuatan tarik dapat dihasilkan  $16,334 \text{kg/mm}^2$ , hasil bisa dilihat pada tabel 2

Tabel 2 kekuatan tarik

Sudut Elektroda	Kuat Arus		
	90 Ampere	95 Ampere	100 Ampere
	$\sigma$ (kg/mm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (kg/mm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (kg/mm <sup>2</sup> )
65°	16,334	21,778	21,778
	21,778	27,223	32,668
	21,778	21,778	27,223
70°	27,223	21,778	32,668
	21,778	32,668	32,668
	27,223	27,223	32,668
75°	21,778	27,223	27,223
	21,778	21,778	27,223
	21,778	27,223	21,778

Hasil perhitungan rata-rata hasil pengujian kekuatan tarik.

$$\text{Rata-rata } \sigma = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{N}$$

$$\text{Rata-rata } \sigma = \frac{16,334 + 21,778 + 21,778}{3}$$

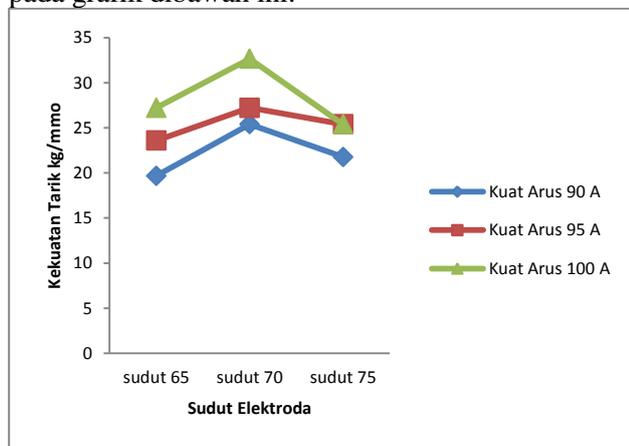
$$\text{Rata-rata } \sigma = 19,96 \text{ kg/mm}^2$$

Dari seluruh data kekuatan tarik sudah diketahui, selanjutnya rata-rata kekuatan tariknya dapat ditulis pada tabel 4.

Tabel 4. Rata – rata kekuatan tarik

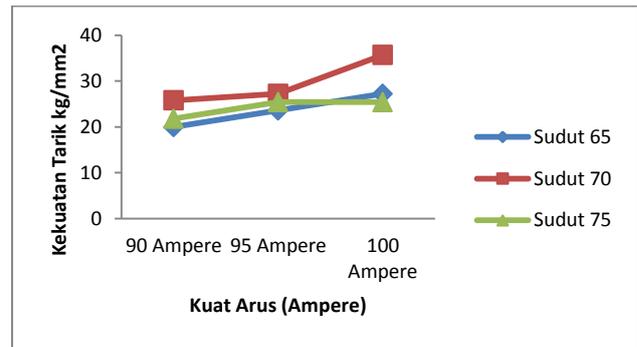
Sudut	Kuat Arus		
Elektroda	90 Ampere	95 Ampere	100 Ampere
65°	19,96 kg/mm <sup>2</sup>	23,593 kg/mm <sup>2</sup>	27,223 kg/mm <sup>2</sup>
70°	25,408 kg/mm <sup>2</sup>	27,223 kg/mm <sup>2</sup>	32,668 kg/mm <sup>2</sup>
75°	21,778 kg/mm <sup>2</sup>	25,408 kg/mm <sup>2</sup>	25,408 kg/mm <sup>2</sup>

Dari hasil rata – rata kekuatan tarik menunjukkan  $\sigma = 19,96 \text{ kg/mm}^2$ , maka tabel diatas dapat ditunjukkan pada grafik dibawah ini.



Gambar 6. Grafik rata-rata kekuatan tarik variasi sudut elektroda

Jika dibaca dari grafik diatas rata-rata kekuatan tarik pada baja ST37 menggunakan pengelasan SMAW pada sudut elektroda 65°, 70°, dan 75° dengan menggunakan kuat arus 90 Ampere, 95 Ampere, dan 100 Ampere memiliki tren yang sama, namun pada sudut 70° kuat arus 100 Ampere mengalami kenaikan yang signifikan yaitu senilai 32,668 kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan pada posisi sudut 75° dengan kuat arus 95 Ampere dan 100 Ampere, memiliki hasil yang sama yaitu senilai 25,408 kg/mm<sup>2</sup>.



Gambar 7. Grafik rata-rata kekuatan tarik variasi kuat arus

Sedangkan jika dibaca dari grafik diatas rata-rata kekuatan tarik pada baja ST37 menggunakan pengelasan SMAW, pada kuat arus 90 Ampere, 95 Ampere, dan 100 Ampere dengan menggunakan sudut elektroda 65°, 70°, dan 75° memiliki tren yang tidak sama pada kuat arus 100 Ampere dengan sudut 70° mengalami kenaikan hasil yang signifikan dengan nilai 32,668 kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan pada kuat arus 95 Ampere dan 100 Ampere dengan sudut 75° menghasilkan nilai yang sama yaitu sebesar 25,408 kg/mm<sup>2</sup>.

#### 4. KESIMPULAN

Pengelasan SMAW merupakan suatu proses pengelasan logam yang menggunakan energi listrik sebagai sumber panas dan elektroda tambahan dalam penyambungan. Dalam pengelasan SMAW perubahan posisi sudut atau kemiringan elektroda dapat mempengaruhi bentuk deposit las sehingga akan mempengaruhi kekuatan pengelasannya.

Tidak hanya posisi sudut elektroda saja pemilihan besar atau kecilnya arus juga berpengaruh terhadap hasil pengelasan yang dihasilkan. Oleh karena itu pada penelitian kali ini peneliti ingin mengetahui kekuatan tarik sambungan baja ST37 dengan menggunakan variasi sudut elektroda 65°, 70°, dan 75° serta kuat arus 90 A, 95 A, dan 100 A, didapatkan hasil kesimpulan pengujian seperti berikut.

Nilai rata-rata kekuatan tarik sudut 70° dengan kuat arus 90 Ampere dan sudut 75° dengan kuat arus 95 Ampere, 100 Ampere memiliki hasil yang sama yaitu sebesar 25,408 kg/mm<sup>2</sup>. Dan pada sudut 65° kuat arus 100 Ampere dengan sudut 70° kuat arus 95 Ampere juga memiliki rata-rata kekuatan tarik yang sam sebesar 27,223 kg/mm<sup>2</sup>. Sedangkan pada sudut 65° kuat arus 90 Ampere menghasilkan nilai sebesar 19,96 kg/mm<sup>2</sup>, sudut 65° kuat arus 95 Ampere dengan hasil 23,593 kg/mm<sup>2</sup>, sudut 75° kuat arus 90 Ampere menghasilkan nilai sebesar 21,778 kg/mm<sup>2</sup>. Nilai kekuatan tarik terkecil terdapat pada sudut 65° dengan menggunakan kuat

arus 90 Ampere menunjukkan nilai sebesar 19,96 kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai rata-rata kekuatan tarik terbesar terdapat pada sudut elektroda 70° dengan kuat arus 100 Ampere menunjukkan hasil sebesar 32,668 kg/mm<sup>2</sup>

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Ivandri, I. P. Mulyatno, and Kiryanto, "Analisis Pengaruh Variasi Sudut Kampuh Double V Pada Sambungan Las SMAW (Shield Metal Arc Welding) Baja St 37 Terhadap Kekuatan Tarik, Tekuk dan Impact," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 5, no. 4, p. 785, 2017.
- [2] Suherman, R. M. Ambarita, R. K. Simangunsong, and P. J. Simanjuntak, "Pengaruh Jenis Elektroda E6013 Pada Pengelasan SMAW Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Baja SA 106 Grade B," *Conf. Pap.*, no. March, pp. 50–54, 2019.
- [3] A. Purwanto, W. Wijoyo, and A. Fajar Riyadin, "Pengaruh Polaritas Mesin Las pada Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Baja Karbon Rendah," *J. Tek. Indones.*, vol. 2, no. 4, pp. 150–158, 2023, doi: 10.58860/jti.v2i4.238.
- [4] H. K. Rahman and S. Sunyoto, "Pengaruh Arus SMAW Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Baja Konstruksi IWF JIS G3101 SS400," *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 35–45, 2021, doi: 10.21831/dinamika.v6i1.37070.
- [5] A. Bakhori, "Analisa Variasi Arus Pengelasan Smaw Dengan Elektroda 7018 Pada Baja Karbon Aisi 1050 Terhadap Kekuatan Tarik," *Pros. Semin. Nas. Tek. UISU*, vol. 6, no. 1, pp. 46–51, 2023.
- [6] S. Fauzan and Hestiawn, "Sifat Mekanik Sambungan Las Smaw Pada Baja Amutit K-460," *WR Supratman Kandang Limun, Bengkulu. Telp*, vol. 460, no. 12, pp. 424–426, 2017.
- [7] S. Siswanto, L. Hakim, and A. I. Dyah, "Perbandingan Jenis Elektroda Las Terhadap Uji Tarik Material Plat ST 37," *Majamecha*, vol. 4, no. 1, pp. 24–33, 2022, doi: 10.36815/majamecha.v4i1.1372.
- [8] S. T. A. Lekatompessy, "PENGARUH VARIASI PARAMETER PENGELASAN TERHADAP KUALITAS HASIL PENGELASAN," *ALE Proceeding*, vol. 2, pp. 6–8, 2021, doi: 10.30598/ale.2.2019.6-8.
- [9] T. Test, T. Strenght, and L. Cell, "Analisis Pengujian Tarik ( Tensile Test ) Pada Baja St37," *Anal. Penguji. Tarik (Tensile Test) Pada Baja ST 37 Dengan Alat Bantu Ukur Load Cell*, vol. 3, no. 1, pp. 9–13, 2016.
- [10] W. N. Ilahi, M. Mas'ud, and M. Huda, "PENGARUH JENIS ELEKTRODA E6013 PADA PENGELASAN SMAW TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIS BAJA KONTRUKSI JIS G3350," *J. Mech. Manuf. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 68–76, 2023, doi: 10.35891/jmmt.v4i2.4426.
- [11] A. S. Mohruni and B. H. Kembaren, "Pengaruh Variasi Kecepatan Dan Kuat Arus Dengan Elektroda E6013," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 13, no. 1, pp. 1–8, 2013.