

# ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK SAMBUNGAN LAS SMAW DENGAN MATERIAL BAJA KARBON RENDAH DENGAN PROFIL BESI SIKU MENGGUNAKAN ELEKTRODA E6013

## ANALYSIS OF THE EFFECT OF VARIATION CURRENT STRENGTH ON TENSILE STRENGTH OF SMAW WELDING JOINTS WITH LOW CARBON STEEL MATERIALS WITH ANGLE BAR USING ELECTRODE E6013

Muhammad Gilang Kriswandi<sup>1</sup>, Jatira<sup>2</sup> & Hendro Nugroho<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana, Purwakarta  
Corresponding Author : [1gilang.kriswandi23@gmail.com](mailto:gilang.kriswandi23@gmail.com), [2jatira67@gmail.com](mailto:jatira67@gmail.com),  
[3hendoradhitya@gmail.com](mailto:hendoradhitya@gmail.com)

---

Abstrak. Pengaruh arus pengelasan menggunakan metode pengelasan SMAW dengan elektroda E6013 terhadap kekuatan tarik besi siku. Dimana penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar pengaruh arus pengelasan las SMAW dengan elektroda E6013 diameter 2 mm terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan. Dalam penelitian ini bahan yang digunakan besi siku, kemudian dilakukan pembuatan kampuh V, yang diberi pengelasan dengan variasi arus 90 Ampere, 100 Ampere dan 115 Ampere, dengan elektroda E6013 diameter 2 mm selanjutnya dilakukan pengujian tarik. Hasil kekuatan tarik tertinggi terjadi pada arus pengelasan 90 Ampere yaitu 97238 N, sedangkan yang terendah terjadi pada arus 110 Ampere yaitu 1060.56 N. variasi arus sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik.

**Kata Kunci** : Arus Pengelasan, SMAW, Kekuatan Tarik

*Abstract. Effect of welding current using SMAW welding method with E6013 electrode on the tensile strength of angle bar. Where this study aims to determine how much influence the welding current SMAW welding with electrodes E6013 diameter 2 mm on the tensile strength of the welding results. In this study, the materials used was angled iron, then V seam was made, which was welded with a current of 90 Ampere, 100 Ampere and 115 Ampere, with an E6013 electrode with a diameter 2 mm, then tensile testing was carried out. The highest tensile strength results at 90 Ampere welding current, namely 97238 N, while the lowest occurred at 110 Ampere current, namely 1060.56 N. Current variations greatly affect the tensile strength.*

**Keywords** : Welding current, SMAW, Tensile strength

---

### 1. Pendahuluan

Pengembangan teknologi dibidang konstruksi yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari pengelasan karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Pembangunan konstruksi pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan keterampilan yang tinggi bagi pengelasnya agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik. Lingkup penggunaan pengelasan dalam konstruksi sangat luas meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, sarana transportasi, rel, pipa saluran, dan sebagainya. Pengelasan berdasarkan klasifikasi cara kerja dapat dibagi dalam tiga kelompok yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian. Pengelasan cair adalah suatu cara pengelasan dimana benda yang akan disambung dipanaskan sampai mencair dengan sumber energi panas. Cara pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan cair dengan busur (las busur listrik) dan gas. Jenis dari las busur listrik ada 4 yaitu las busur dengan elektroda terbungkus, las busur gas (TIG, MIG, CO<sub>2</sub>), las busur tanpa gas, las busur redaman. Jenis dari las busur elektroda terbungkus salah satunya adalah las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*).

Kekuatan tarik adalah sifat mekanik sebagai beban maksimum yang terus – menerus oleh spesimen selama uji tarik dan dipisahkan oleh daerah penampang lintang yang asli. Kekuatan tarik disebut juga tegangan tarik maksimal bahan. Las adalah salah satu cara untuk menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan. SMAW adalah suatu proses pengelasan busur listrik yang mana penggabungan atau perpaduan

logam yang dihasilkan oleh panas dari busur listrik yang dikeluarkan diantara ujung elektroda terbungkus dan permukaan logam dasar yang dilas. Kekuatan tarik las SMAW adalah tegangan tarik maksimal spesimen besi siku dari hasil las SMAW dengan variasi arus pengelasan 90 Ampere, 100 Ampere dan 115 Ampere yang diperoleh saat pengujian tarik. Teknik penyatuan pada pengelasan telah diaplikasikan secara luas contohnya itu pada konstruksi bangunan yang menggunakan besi, konstruksi pada mesin dan juga pada alat – alat dalam bidang kesehatan. Teknologi pengelasan dalam penggunaannya sangat luas, itu dikarenakan dalam melaksanakan pembuatannya, suatu konstruksi akan lebih ringan dan lebih sederhana, sehingga pada biaya produksinya lebih mudah dan lebih efisien.

Seiring waktu dalam perkembangannya ilmu pengetahuan dan teknologi yang begitu berkembang pesat menuntut berkembangnya sumber daya manusia. Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengembangkan nilai efisien yang bertujuan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik didalam ilmu pengelasan. Tidak semua logam memiliki sifat mampu las yang baik. Bahan yang mempunyai sifat mampu las yang baik diantaranya adalah baja karbon rendah. Baja ini dapat dilas dengan las busur elektrpd terbungkus, las busur redaman dan las MIG (las logam gas mulia). Baja karbon rendah bisa digunakan untuk pelat – pelat tipis dan konstruksi umum. Penyetelan kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil las. Bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan penyalaan busur listrik, busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Sebaliknya bila arus tinggi maka elektroda akan mencair cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan. Kekuatan hasil las dipengaruhi oleh tegangan busur, besar arus, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. Penentuan besar arus dalam pengelasan ini mengambil 90 Ampere, 100 Ampere dan 115 Ampere. Pengambilan 90 Ampere dimaksudkan sebagai pembanding dengan interval arus diatas. Berdasarkan latar belakang diatas maka dilakukan penelitian mengenai analisa pengaruh variasi kuat arus terhadap kekuatan tarik sambungan las SMAW dengan material baja karbon rendah menggunakan profil besi siku menggunakan elektroda E6013.

## **2. Kajian Pustaka Mesin Las SMAW**

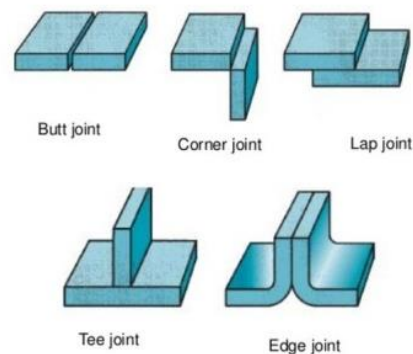
Dalam pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW), *base metal* atau logam induk mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik yang ada dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang dipakai berupa kawat yang dibungkus oleh pelindung berupa *flusk*. Elektroda ini selama proses pengelasan berlangsung akan mengalami pencairan bersama-sama dengan *base metal* yang menjadi bagian kampuh las. Dengan adanya pencairan ini maka kampuh las akan terisi oleh logam cair yang berasal dari elektroda dan *base metal*.

Jenis benda kerja atau pekerjaan yang dapat dikerjakan pada mesin las SMAW adalah menyambungkan dua logam yang terpisah dengan pengelasan, penyambungan sudur horizontal, pemotongan material dengan elektroda ditekan dan arus dibesarkan, dan pengelasan dalam bentuk konstruksi yang sangat luas meliputi kendaraan rel, rangka baja, jembatan, pipa saluran dan lain sebagainya.

### **Klasifikasi Sambungan Las**

Sambungan las dalam konstruksi baja atau besi pada dasarnya dibagi dalam sambungan tumpul, sambungan T, sambungan sudut dan sambungan tumpang. Sebagai perkembangan sambungan dasar tersebut diatas terjadi sambungan silang, sambungan dengan seperti penguat dan sambungan sisi seperti yang ditunjukkan dibawah ini.

## Types of joints in welding



Gambar 1. Klasifikasi sambungan las.

### Welding Time

Variabel yang dapat diatur (*adjustable variable*) untuk mendapatkan energi panas yang masuk (*Heat Input*) pada pengelasan Resistensi Listrik adalah kuat arus yang digunakan (*Current Welding*) dan waktu pengelasan (*Welding Time*). Waktu pengelasan biasanya sangat singkat. Waktu pengelasan dalam satuan *cycle* dimana untuk listrik dengan frekuensi 50 Hz, 1 detik = 50 *cycle* maka untuk 1 *cycle* = 0,02 detik. Waktu pengelasan dalam pengelasan Resistensi Listrik terdiri dari 3 waktu yaitu *set-up Time* (*pre-welding Squence Time*), *Welding Time* (*Current Time*), dan *Holding Time*.

*Set-up Time* (*Pre-welding Squeeze Time*) berfungsi untuk menekan benda kerja dan menyetel tahanan interface (*setting-up reproducible resistance*) sebelum pengelasan. *Welding Time* (*current time*) atau waktu pengelasan adalah waktu dimana arus listrik dialirkan saat proses pengelasan. *Welding time* sangat singkat antara 4-50 *cycle* (0,1-1 detik). Pengaturan *welding time* tergantung dari mesin las resistensi listrik yang digunakan. *Holding time* adalah waktu dimana setelah *nugget* terbentuk dan arus berhenti dialirkan gaya penekan tetap diberikan untuk mencegah terbentuknya pori-pori dalam *nugget*. Secara umum *hold time* dalam pengelasan adalah 10-50 *cycles*. Waktu *hold time* yang pendek (10-20 *cycles*) biasanya diberikan pada pengelasan material yang cenderung getas untuk mencegah efek pendinginan dari elektroda pada daerah las. Persamaan dari *Heat Input* hasil dari penggabungan ketiga parameter dapat dituliskan sebagai berikut :

$$HI(\text{Heat Input}) = \frac{\text{Tegangan pengelasan (E)} \times \text{Arus pengelasan (I)}}{\text{Kualitas pengelasan (v)}}$$

Efisiensi masing-masing proses pengelasan dapat dilihat dari tabel dibawah ini :

Tabel 1. Efisiensi proses pengelasan

Proses Pengelasan	Efisiensi (%0)
SAW ( <i>Submerged Arc Welding</i> )	95
GMAW ( <i>Gas Metal Arc Welding</i> )	90
FCAW ( <i>Flus Cored Arc Welding</i> )	90
SMAW ( <i>Shielded Metal Arc Welding</i> )	90
GTAW ( <i>Gas Tungsten Arc Welding</i> )	70

### Elektroda E6013

Elektroda jenis E6013 adalah jenis elektroda dengan *low hydrogen*. Elektroda ini dapat dipakai untuk mengelas dalam semua posisi. Elektroda ini mengandung (25-40)% serbuk besi dan dapat dipakai pada mesin las AC atau DC. Elektroda ini mempunyai syarat yang diperlukan untuk menghasilkan las yang baik dengan kadar besi yang tinggi (*high steel*), besi paduan rendah (*low alloy steel*), besi dengan kadar rendah (*low steel*). Elektroda jenis E6013 merupakan elektroda yang halus, busur nyala tenang dan sedikit menimbulkan percikan (*splatter*). Untuk kecepatan pengelasan bisa dilakukan dengan sesuai kebutuhan.

## Besi Siku

Baja siku atau sering dibilang dengan besi siku ini dijelaskan secara umum merupakan baja karbon sedang dengan persentase kandungan karbon pada besi sebesar 0,3% °C – 0,59% °C dengan titik didih 1538°C dan titik leleh 2862 °C, disebut juga baja keras, banyak sekali digunakan untuk tangki, perkapalan, jembatan dan dalam permesinan. Baja karbon sedang kekuatannya lebih tinggi dari pada baja karbon rendah. Sifatnya sulit untuk dibengkokkan, dilas, dan dipotong.

## Uji Tarik

Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material. Tegangan tarik yang digunakan adalah tegangan aktual eksternal atau perpanjangan sumbu benda uji. Uji tarik dilakukan dengan cara penarikan uji dengan gaya tarik secara terus menerus, sehingga bahan (perpanjangannya) terus menerus meningkat dan teratur sampai putus, dengan tujuan menentukan tarik. Persamaan yang digunakan untuk mencari tegangan yang terjadi pada uji tarik adalah :

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

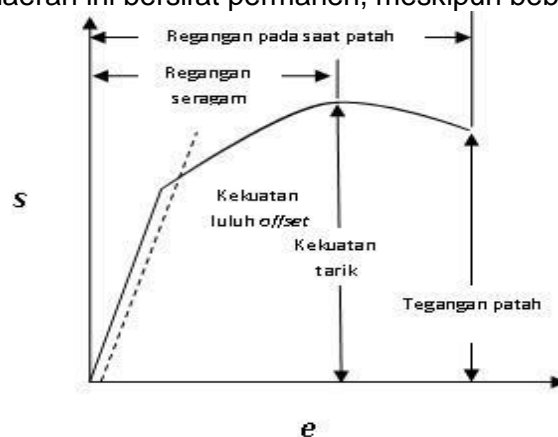
dimana :  $\sigma$  = Tegangan (N/mm<sup>2</sup>)  
F = Gaya (N)  
A = Luas Penampang (mm<sup>2</sup>)

Pada pengujian tarik, gaya tarik yang diberikan secara perlahan-lahan dimulai dari nol dan berhenti pada tegangan maksimum dari logam yang bersangkutan. Tegangan maksimum merupakan batas kemampuan maksimum material mengalami gaya tarik dari luar hingga mengalami fracture (patah), sedangkan Yield Stress merupakan batas kemampuan maksimum material untuk mengalami pertambahan panjang (melar) sebelum material tersebut mengalami fracture mengikuti hukum Hooke. Regangan yang digunakan pada kurva diperoleh dengan cara membagi perpanjangan panjang ukur dengan panjang awal. Persamaannya yaitu :

$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100$$

dimana :  $\varepsilon$  = Regangan (%)  
L<sub>0</sub> = Panjang Awal (mm)  
L = Panjang Akhir (mm)

Bentuk kurva tegangan-regangan pada daerah elastis tegangan berbanding lurus terhadap regangan. Deformasi tidak berubah pada pembebanan, daerah remangan yang tidak menimbulkan deformasi apabila beban dihilangkan disebut daerah elastis. Apabila beban melampaui nilai yang berkaitan dengan kekuatan luluh, benda mengalami deformasi plastis bruto. Deformasi pada daerah ini bersifat permanen, meskipun bebannya dihilangkan.



Gambar 2. Contoh kurva uji tarik.

### Tegangan Luluh

Kekuatan yang biasanya ditentukan dari suatu hasil pengujian tarik adalah kuat luluh (*Yield Strength*) dan kuat tarik (*Ultimate Tensile Strength*). Kekuatan tarik atau kekuatan tarik maksimum (*Ultimate Tensile Strength / UTS*), adalah beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji.

$$\sigma_y = \frac{F_y}{A_o}$$

dimana :  $\sigma_y$  = Tegangan luluh (N/mm<sup>2</sup>)  
 $F_y$  = Beban luluh (N)  
 $A_o$  = Luas Penampang (mm<sup>2</sup>)

### 3. Metodologi Penelitian Diagram Alir



Gambar 3. Diagram alir penelitian.

## Alat dan Bahan

Tabel 2. Alat dan bahan

Alat	Bahan
Mesin Las SMAW	Besi siku dengan titik didih 1538°C dan titik lebur 2862°C
Alat Uji Tarik	
Elektroda E6013	
Sarung Tangan	
Tabur/Topeng las	

### Teknik Pengumpulan data


Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah melakukan studi pustaka dengan mencari informasi dari buku penunjang dan internet, wawancara langsung dengan instruktur dan operator las, serta observasi dan pengamatan langsung.

## 4. Hasil dan Analisa


### Pengujian tarik besi siku

Untuk mendapatkan data riset dan sifat khusus dari besi siku dilakukan pengujian utama pengujian tersebut adalah pengujian tarik untuk mengetahui sifat dari logam uji. Pengujian dilakukan untuk mengetahui elastisitas dan kekuatan dari besi. Pada uji tarik beban diberikan secara kontinu dan perlahan-lahan sampai spesimen patah dan pengujian tersebut menghasilkan data-data sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil pengujian spesimen 1

Spesimen 1 dengan 90A				
No	Data	Nilai	Satuan	
1	Tebal (T)	3.00	Mm	
2	Lebar (W)	12.70	Mm	
3	Luas Penampang	21.48	mm <sup>2</sup>	
4	Panjang Ukur (L)	50.00	Mm	
5	Beban Maksimum	972	N	
6	Beban luluh	3307	N	
7	Perpanjangan setelah putus	52.10	mm <sup>2</sup>	

Tabel 4. Hasil Pengujian spesimen 2

Spesimen 2 dengan 100A				
No	Data	Nilai	Satuan	
1	Tebal (T)	5.00	Mm	
2	Lebar (W)	12.70	Mm	
3	Luas Penampang	21.48	mm <sup>2</sup>	
4	Panjang Ukur (L)	50.00	Mm	
5	Beban Maksimum	1061	N	
6	Beban luluh	2674	N	
7	Perpanjangan setelah putus	52.50	mm <sup>2</sup>	

Tabel 5. Hasil Pengujian spesimen 3

Spesimen 3 dengan 115A				
	No	Data	Nilai	Satuan
	1	Tebal (T)	5.00	Mm
	2	Lebar (W)	12.70	Mm
	3	Luas Penampang	21.48	mm <sup>2</sup>
	4	Panjang Ukur (L)	50.00	Mm
	5	Beban Maksimum	12648	N
	6	Beban luluh	3982	N
	7	Perpanjangan setelah putus	52.90	mm <sup>2</sup>

### Tegangan Tarik (N/mm<sup>2</sup>)

Tegangan tarik spesimen pengelasan 1 dengan 90A

$$\sigma = \frac{972}{21.48} = 452.29 \text{ (N/ mm}^2\text{)}$$

Tegangan tarik spesimen pengelasan 2 dengan 100A

$$\sigma = \frac{1061}{21.48} = 493.73 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Tegangan tarik spesimen pengelasan 3 dengan 115A

$$\sigma = \frac{12648}{21.48} = 588.84 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

### Tegangan Luluh (N/mm<sup>2</sup>)

Tegangan luluh spesimen pengelasan 1 dengan 90A

$$\sigma = \frac{3307}{21.48} = 153.95 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Tegangan luluh spesimen pengelasan 2 dengan 100A

$$\sigma = \frac{2674}{21.48} = 124.48 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Tegangan luluh spesimen pengelasan 3 dengan 115A

$$\sigma = \frac{3982}{21.48} = 185.38 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

### Regangan (%)

Regangan spesimen 1 dengan penelasan 90A

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \frac{52.10-50}{50} \times 100 \\ &= \frac{2,1}{50} \times 100 \\ &= 0,042 \times 100 \\ &= 4,2\% \end{aligned}$$

Regangan spesimen 2 dengan pengelasan 100A

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \frac{52.50-50}{50} \times 100 \\ &= \frac{2,5}{50} \times 100 \\ &= 0,05 \times 100 \\ &= 5\% \end{aligned}$$

Regangan spesimen 3 dengan pengelasan 115A

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{52.90-50}{50} \times 100 \\ &= \frac{2,9}{50} \times 100 \\ &= 0,58 \times 100 \\ &= 58\%\end{aligned}$$

### Analisa

Proses pengujian dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik yang merupakan beban maksimum. Berdasarkan dari perhitungan diatas bahwa pengujian tarik yang telah dilakukan menghasilkan nilai sebagai berikut :

- Beban maksimum yang diterima oleh spesimen uji tarik 1 dengan pengelasan 90Ampere 972 N yang kemudian menghasilkan nilai tegangan tarik 452.29 (N/mm<sup>2</sup>), sedangkan beban luluh yang diterima 3307 N menghasilkan 153.95 (N/mm<sup>2</sup>) tegangan luluh. Pada spesimen ini benda uji putus didaerah pengelasan dengan regangan sebesar 4.2%
- Beban maksimum yang diterima oleh spesimen uji tarik 2 dengan pengelasan 100Ampere 1061 N yang kemudian menghasilkan nilai tegangan tarik 493.73 (N/mm<sup>2</sup>), sedangkan beban luluh yang diterima 2674 N menghasilkan 124.48 (N/mm<sup>2</sup>) tegangan luluh. Pada spesimen ini benda uji putus didaerah pengelasan dengan regangan sebesar 5%.
- Beban maksimum yang diterima oleh spesimen uji tarik 3 dengan pengelasan 115 Ampere 12648 N yang kemudian menghasilkan nilai tegangan tarik 588.84 (N/mm<sup>2</sup>), sedangkan beban luluh yang diterima 3982 N menghasilkan 185.38 (N/mm<sup>2</sup>) tegangan luluh. Pada spesimen ini benda uji putus didaerah pengelasan dengan regangan sebesar 5.8%.

### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan karakterisasi yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini :

- Besarnya ampere yang digunakan pada saat pengelasan sangat berpengaruh hasil uji tariknya, bisa dikatakan kekuatan uji tarik yang terkuat pada lasan 115 Ampere yakni 588.84 (N/mm<sup>2</sup>), pengelasan 100 Ampere 493.73 (N/mm<sup>2</sup>) dan pengelasan 90 Ampere 452.29 (N/mm<sup>2</sup>).
- Besarnya kuat arus dan lamanya penekanan akan menyebabkan kerusakan dan menurunnya kualitas hasil pengelasan tersebut.

### Referensi

- Deny Poniman Kosasih, H. D. (2020). Analisis Kekuatan Tarik dan Cacat Porositas pada Friction Welding Logam (FE, AL & FE-AL).  
Drs. Suwardi, M. (t.thn.).
- Drs. SUWARDI, M. P. (2018). *TEKNIK FABRIKASI Pengerjaan Logam*. BANDUNG: Alfabeta.
- ROCHIM, T. (2007). *PERKAKAS & SISTEM PEMERKAKASAN*. BANDUNG. SUPRIYONO, P. (2017). *MATERIAL TEKNIK*. SURAKARTA.
- Wiryosumarto Harsono, O. T. (2000). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Wiryosumatro, P. D. (1991). *TEKNOLOGI PENGELASAN LOGAM*. JAKARTA: PT. Pradnya Paramita Jalan Bungs 8 - 8A Jakarta .
- Putri, F. (2010). ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN JARAK PENGELASAN TERHADAP KEKUATAN TARIK, SAMBUNGAN LAS BAJA KARBON RENDAH DENGAN ELEKTRODA E6013. *JURNAL AUSTENIT*, VOLUME 2.



- Bontong, Y. (2009). ANALISIS PENGARUH ARUS PENGE LASAN DENGAN METODE SMAW DENGAN ELEKTRODA E7018 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KETANGGUHAN PADA BAJA KARBON RENDAH. *JURNAL AUSTENIT*, VOLUME 2.
- Edy Suryono, B. T. (2020). ANALISA UJI TARIK LAS SMAW TERHADAP SAMBUNGAN SQUARE BUTT JOINT DENGAN VARIASI KETEBALAN PLAT ST37. *JURNAL TEKNIKA ATW*, 117.
- Syaripuddin, I. B. (2014). Pengaruh Jenis Kampuh Las Terhadap Kekuatan Tarik Baja Paduan Rendah (ASTMA36) Menggunakan Las SMAW. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 46.
- Dwi Atmaja Mukti, R. P. (t.thn.). PERBANDINGAN KEKUATAN PENGE LASAN LISTRIK DENGAN PENGE LASAN GAS PADA MATERIAL BESI SIKU JIS G3101. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, Volume 4 Nomor 1.
- Naharuddin, A. S. (2015). KEKUATAN TARIK DAN BENDING SAMBUNGAN LAS PADA MATERIAL BAJA SM 490 DENGAN METODE PENGE LASAN SMAW DAN SAW. *Jurnal Mekanikal*, Volume 6 Nomor 1.