



## Pengaruh Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro pada Pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) Aluminium

Muzamil Khusaini<sup>1\*)</sup>, Fadelan<sup>1)</sup>, Yoyok Winardi<sup>1\*)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Jl. Budi Utomo No 10 Siman Ponorogo 63471  
e-mail: [yoyok@umpo.ac.id](mailto:yoyok@umpo.ac.id)

### ABSTRAK

*Aluminium merupakan logam non ferro memiliki berat jenis yang ringan, tahan terhadap korosi serta mempunyai konduktivitas panas yang baik. Aluminium banyak digunakan dalam berbagai industri manufaktur Karena berbagai keunggulan tersebut. Al seri 6061 merupakan salah satu paduan aluminium yang banyak digunakan untuk bodi alat transportasi. Al jenis ini memiliki sifat kemampuan las yang kurang baik. Penggunaan parameter pengelasan yang tepat akan memudahkan proses pengelasan aluminium. Arus las merupakan salah satu parameter pengelasan yang berperan penting dalam keberhasilan pengelasan aluminium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro hasil pengelasan MIG pada material Al 6061 dengan variasi kuat arus 140 A, 160 A dan 180 A. Uji tarik diuji menggunakan mesin uji universal dan struktur mikro daerah lasan dan sekitarnya diamati menggunakan mikroskop optik. Dari hasil pengujian tarik kekuatan tarik tertinggi ada pada kuat arus 140A dengan nilai 265,139 Mpa. Ketika kuat arus dinaikkan menjadi 160 A kekuatan tarik mengalami penurunan menjadi 183,757 Mpa dan pada kuat arus 180 A kembali mengalami penurunan menjadi senilai 182,467 Mpa. Hasil pengujian foto struktur mikro menunjukkan semakin tinggi kuat arus senyawa Mg<sub>2</sub>Si pada matrik aluminium di daerah HAZ semakin memudar yang mengakibatkan menurunnya kekuatan tarik hasil lasan.*

Kata Kunci: Aluminium 6061, Las MIG, Kuat Arus, Kekuatan Tarik, Struktur Mikro

### ABSTRACT

*Aluminium is one of non ferrous metal that has a light weight, resistance to corrosion, and good thermal conductivity. Aluminium is widely used in various manufacturing industries due to more advantages. Al 6061 is one of the aluminum alloys widely used for transportation equipment bodies. Nevertheless, Al 6061 has low weldability. In the welding process of aluminum is required precise parameters, that is current of the welding. This study aims to determine the effect of the welding current on the tensile strength and microstructure of MIG welding on Al 6061 at 140 A, 160 A and 180 A. The tensile test was tested using a universal testing machine and the microstructure of the weld area and its surroundings was observed using an optical microscope. From the results of tensile testing the highest tensile strength is 265.139 MPa at 140A, and then decrease to 183.757 MPa at 160 A. While the lowest tensile strength is 182.467 Mpa at 180A. The results of the microstructure observation show that the higher the current, the Mg<sub>2</sub>Si compound in the aluminum matrix in the HAZ area fades, resulting in a decrease in the tensile strength of the joint.*

Keywords: Aluminum 6061, MIG Welding, Current, Tensile Strength, Microstructure

### 1. Pendahuluan

Akhir-akhir ini dalam dunia industri manufaktur penggunaan aluminium semakin meningkat. Aluminium merupakan unsur non ferro yang ringan dan mempunyai kekuatan tinggi, mempunyai konduktivitas listrik yang baik serta tahan terhadap korosi [1].

Aluminium mempunyai sifat yang lebih ringan dari baja sehingga membuat aluminium banyak digunakan, diantaranya pada industri galangan kapal, komponen pesawat terbang, dan bodi otomotif [2]. Aluminium juga sangat efektif digunakan untuk membuat komponen kereta api, karena sifatnya yang ringan akan menjadikan bobot

kereta menjadi lebih ringan sehingga dapat meningkatkan kecepatan kereta api [3].

Aluminium murni memiliki sifat yang kurang kuat, sehingga untuk memperbaiki sifat mekaniknya aluminium murni dipadukan dengan unsur lainnya. Berdasarkan paduan penyusunnya aluminium dibedakan menjadi beberapa kelompok. Al 6061 termasuk aluminium seri 6xxx dengan paduan Magnesium (Mg) dan Silikon (Si) sebagai unsur paduan utama. Paduan jenis ini dapat diperlakukan pemanasan, tahan terhadap korosi, memiliki sifat mampu las (*weldability*) dan mampu potong yang baik [1].

Pengelasan pada aluminium lebih sulit dilakukan dibandingkan pengelasan pada baja. Daya hantar panas yang tinggi menjadikan aluminium susah untuk dipanaskan dan dicairkan sebagian kecil saja. Input panas yang berlebihan pada saat pengelasan juga akan membuat material mengalami perubahan bentuk (*deformasi*). Lapisan oksida ( $Al_2O_3$ ) yang terdapat pada permukaan aluminium menjadi masalah yang serius dalam proses pengelasan.  $Al_2O_3$  mempunyai titik cair yang tinggi yaitu sekitar  $2050^\circ C$  sedangkan logam induk aluminium memiliki titik cair sekitar  $660^\circ C$ . Perbedaan titik cair yang tinggi antara lapisan oksida yang melapisi dengan logam induknya menjadikan peleburan kurang maksimal, sehingga rawan terjadi cacat pada pengelasan aluminium [4].

Dengan teknik pengelasan yang baik kesulitan pengelasan pada aluminium dapat diatasi. Salah satu metode pengelasan yang umum digunakan pada pengelasan aluminium adalah Las MIG (*Metal Inert Gas*). Las MIG merupakan las busur gas dengan elektroda terumpan, gas mulia berupa Argon (Ar) dan Helium (He) atau campuran dari keduanya dihembuskan sebagai gas pelindung pada saat pengelasan dan berfungsi melindungi logam las dan elektroda yang mencair dari kontaminasi udara luar [5].

Pada pengelasan aluminium, hal yang terpenting adalah kekuatan hasil lasan. Kekuatan lasan tersebut dinyatakan dengan kekuatan tarik. Kekuatan tarik merupakan tegangan maksimum yang dibutuhkan untuk merusak atau mematahkan suatu material. Beberapa faktor yang mempengaruhi besar kekuatan tarik diantaranya adalah parameter pengelasan yang digunakan, sifat logam induk (*base metal*), daerah HAZ (*Heat Affected Zone*), logam las (*weld metal*), dan sifat dinamik dari sambungan yang berkaitan dengan distribusi tegangan dan geometri pada sambungan [6].

Arus las adalah salah satu parameter utama pada pengelasan, karena berpengaruh langsung terhadap penetrasi dan kecepatan pencairan dari logam yang dilas. Semakin besar arus listrik, masukan panas akan semakin meningkat. Masukan panas yang terlalu besar akan menyebabkan keretakan dan mempengaruhi struktur mikro sehingga mengakibatkan menurunnya ketangguhan dan kekuatan daerah las [1]. Sedangkan penggunaan arus yang terlalu kecil akan mengurangi masukan panas sehingga pencairan logam tidak optimal yang mengakibatkan

sambungan metalurgi antara logam yang akan disambung tidak terjadi secara maksimal [7].

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan arus dan kaitannya dengan hasil pengelasan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh kuat arus pada kekuatan tarik dan struktur mikro pada material uji.

Penelitian ini menggunakan material aluminium seri 6061. Metode pengelasan yang digunakan adalah MIG (*Metal Inert Gas*) dengan variasi kuat arus 140 A, 160 A dan 180 A. Adapun elektroda yang digunakan adalah ER 5356 dengan diameter 1,2 mm. Gas argon digunakan sebagai gas pelindung. Setelah dilakukan pengelasan pada material kemudian dilakukan uji tarik dan uji struktur mikro pada spesimen untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dan perubahan struktur mikro spesimen uji.

## 2. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aluminium 6061. Bahan tambah menggunakan filler ER5356. Komposisi kimia masing-masing bahan ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Proses pengelasan menggunakan las MIG, parameter pengelasan ditunjukkan pada Tabel 3. Selama pengelasan berlangsung, kawah las MIG dilindungi oleh gas Argon. Kampuh las menggunakan model V tunggal, ditunjukkan pada Gambar 1. Untuk mengetahui kekuatan mekanik hasil lasan, bahan yang telah dilas dipotong untuk persiapan pengujian tarik, proses pengujian tarik mengacu pada standart ASTM E8, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Mesin uji tarik menggunakan *Universal Testing Machine* Model WEW-300D. Untuk mempelajari pengaruh masukan panas terhadap sifat fisik, maka struktur mikro sambungan las diamati menggunakan mikroskop optik (Tipe IM.2135-PLM). Proses preparasi dimulai dengan menggosok permukaan spesimen menggunakan kertas amplas dari grid 100-5000. Setelah diampelas, permukaan spesimen dipoles menggunakan pasta poles Autosol. Proses etsa menggunakan larutan Hidrogen Fluorida (HF), Asam Klorida (HCl), Asam Nitrat ( $HNO_3$ ), Aquades.

Tabel 1. Komposisi kimia Al 6061

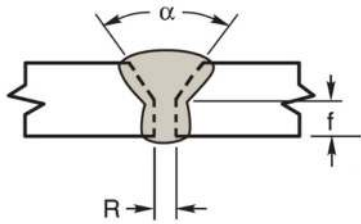
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
0.64	0.2	0.19	0.06	1.0	0.15	0.05	0.07	bal

Tabel 2. Komposisi kimia ER 5356

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
0.25	0.40	0.10	0.12	4.5	0.15	0.10	0.10	bal

Tabel 3. Parameter Pengelasan

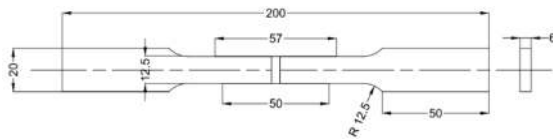
Variasi	Arus	Voltase	Laju Gas pelindung
1	140 A	20 V	20 L/menit
2	160 A	20 V	20 L/menit
3	180 A	20 V	20 L/menit



Gambar 1. Kampuh V tunggal.

Keterangan:

- $\alpha$  = Sudut kampuh =  $60^\circ$
- R = Root opening = 1 mm
- f = Root face = 2 mm

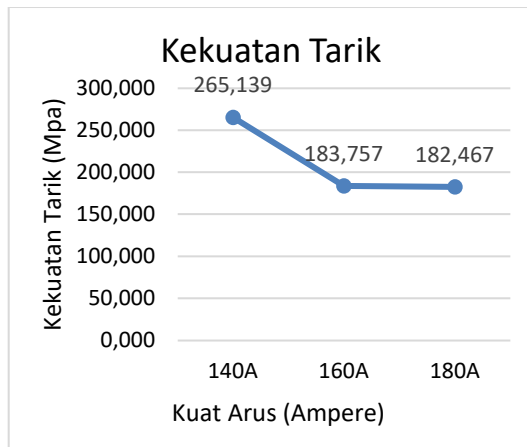


Gambar 2. Dimensi spesimen uji tarik

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Pengujian Tarik (Tensile Strength)

Hasil pengujian tarik ditunjukkan pada Gambar 3. Dari hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa rata-rata kekuatan tarik tertinggi terdapat pada kuat arus 140 A dengan nilai 265,139 Mpa. Pada kuat arus 160 A kekuatan tarik mengalami penurunan menjadi 183,757 Mpa, dan pada kuat arus 180 A kekuatan tarik kembali mengalami penurunan menjadi 182,467 Mpa



Gambar 3. Rata-rata nilai kekuatan tarik

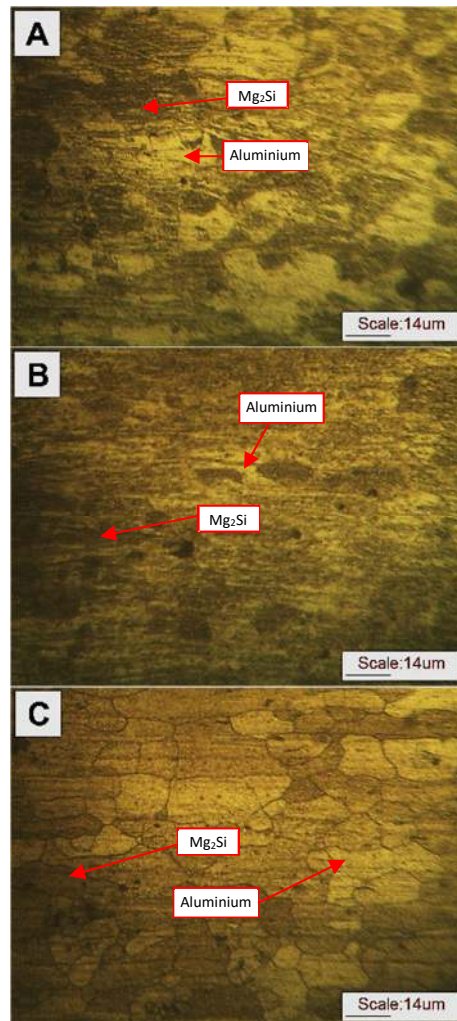
Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kuat arus pada pengelasan MIG Al 6061 kekuatan tarik yang dihasilkan semakin menurun. Fenomena tersebut dikarenakan semakin besarnya arus pada saat pengelasan maka masukan panas semakin meningkat sehingga mengurangi nilai kekuatan tarik [2].

Menurunnya nilai kekuatan tarik pada pengujian ini sesuai dengan apa yang dipaparkan Muku (2009) bahwa peningkatan kuat arus yang terlalu besar dan melebihi batas akan menyebabkan penetrasi yang besar dan panas

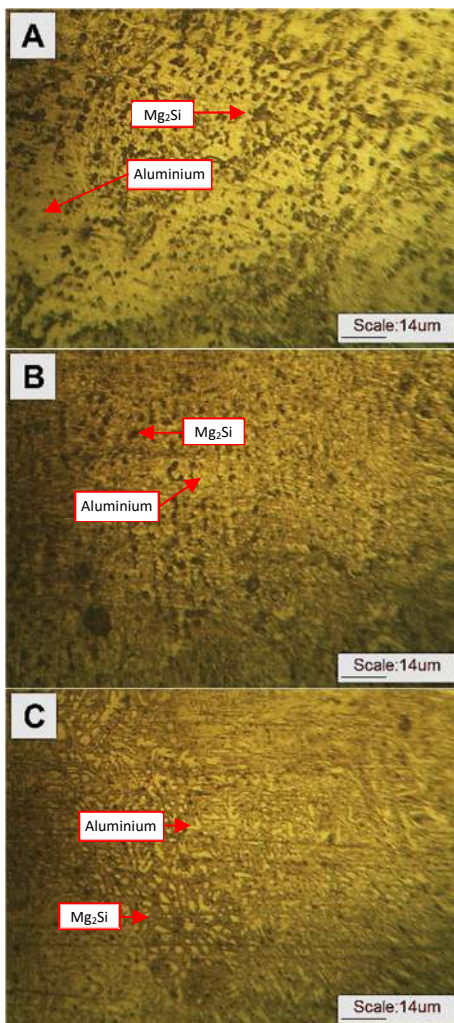
berlebih pada logam induk sehingga menurunkan kekuatan sambungan.

Pada pengelasan, masukan panas yang kecil akan menghasilkan penetrasi yang kurang dalam, masukan panas sedang akan menghasilkan penetrasi yang cukup baik, dan masukan panas yang besar akan menyebabkan retakan pada zona yang terkena panas [10]. Untuk menghasilkan lasan yang baik dibutuhkan kuat arus yang tepat dan sesuai dengan jenis dan ketebalan material yang dilas. Pada pengelasan MIG *semi otomatis* kecepatan pengelasan sulit untuk dikendalikan karena pengelasan dilakukan oleh *welder*, sehingga pengaturan arus las yang tepat menjadi kunci keberhasilan dalam pengelasan.

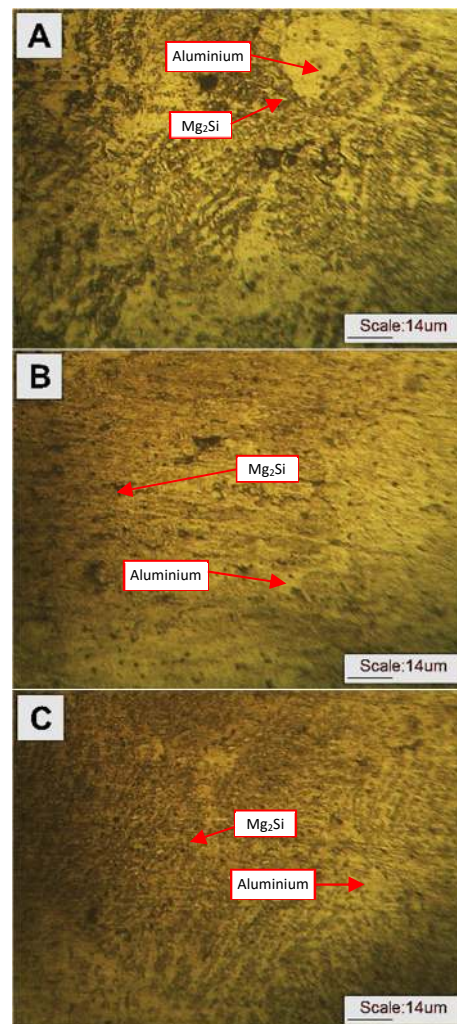
#### 3.2 Hasil Pengujian Struktur Mikro



Gambar 4. Foto Struktur Mikro Base Metal (a) Arus 140 A, (b) Arus 160 A, (c) Arus 180 A



Gambar 5. Foto Struktur Mikro Daerah Las (a) Arus 140 A, (b) Arus 160 A, (c) Arus 180 A



Gambar 6. Foto Struktur Mikro HAZ (a) Arus 140 A, (b) Arus 160 A, (c) Arus 180 A

Dari foto hasil pengujian struktur mikro dapat dilihat bahwa terjadi perubahan susunan struktur mikro pada logam induk, HAZ dan daerah las pada masing-masing variasi arus. Perubahan struktur mikro pada Al 6061 ini diakibatkan oleh masukan panas (*heat input*) yang diberikan pada saat proses pengelasan. Perbedaan struktur mikro dari ketiga variasi arus yang digunakan menghasilkan kekuatan las yang berbeda-beda.

Aluminium 6061 merupakan paduan Al-Mg-Si. Pada pengujian foto struktur mikro terdapat butiran partikel berwarna gelap. Daerah gelap tersebut menunjukkan senyawa Magnesium Silida ( $Mg_2Si$ ).  $Mg_2Si$  merupakan kombinasi antara magnesium dan silikon. Senyawa ini tidak dapat larut dan tampak sebagai partikel berwarna gelap, sedangkan pada daerah terang adalah *Aluminium solid solution* [11]. Kandungan  $Mg_2Si$  pada Al 6061 sangat berpengaruh terhadap kekuatan mekanik material tersebut. Semakin banyak kadar  $Mg_2Si$  pada Al 6061 maka kekuatan tarik dan kekerasannya akan semakin meningkat.

Pada penelitian ini daerah *base metal* (Gambar 4) merupakan daerah yang tidak terpengaruh panas selama proses pengelasan. Pada *base metal* daerah gelap yang merupakan  $Mg_2Si$  masih tersebar merata pada matrik

aluminium. *Base metal* tidak mengalami perubahan struktur mikro karena panas yang diterima relatif kecil sehingga tidak terjadi perubahan yang signifikan pada susunan struktur mikronya [12].

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa pada proses pengelasan MIG Al 6061 dengan arus 160A dan 180A pada *weld metal* diameter titik hitam yang merupakan  $Mg_2Si$  semakin mengecil dan tersebar lebih merata dibandingkan dengan kuat arus 140A. Hal ini mengakibatkan kekuatan pada *weld metal* pada pengelasan dengan kuat arus 160A dan 180A lebih baik dari pada pengelasan dengan kuat arus 140A. Namun sebaliknya masukan panas yang berlebihan juga menurunkan kekuatan pada daerah HAZ nya.

Pada HAZ (Gambar 6) daerah terang yang merupakan Aluminium lebih mendominasi, dan daerah gelap yang merupakan  $Mg_2Si$  semakin memudar. Ini menunjukkan bahwa pada daerah HAZ kadar  $Mg_2Si$  mengalami penurunan. Pada gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa pada pengelasan MIG *heat affected zone* Al 6061 dengan kuat arus 160 A (Gambar 6 b) dan 180 A (Gambar 6 c) daerah gelap semakin memudar jika dibandingkan dengan kuat arus 140 A (Gambar 6 a). Hal ini disebabkan karena

pengaruh masukan panas (*heat input*) yang diberikan. Semakin besar arus yang digunakan masukan panas akan semakin besar dan akan menurunkan kadar  $Mg_2Si$  pada HAZ, sehingga kekuatannya pun akan menurun. Fenomena tersebut sesuai dengan hasil pengujian tarik, dimana variasi arus 160 A dan 180 A mempunyai rata-rata kekuatan tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan arus 140 A dan pada saat pengujian tarik letak patahan terdapat pada HAZ.

Panas pengelasan pada paduan aluminium akan menyebabkan terjadinya pencairan sebagian, rekristalisasi, pelarutan padat atau pengendapan, tergantung pada tingginya suhu pada daerah las. Karena perubahan struktur ini biasanya terjadi penurunan kekuatan dan ketahanan korosi dan kadang-kadang daerah las menjadi getas [1].

#### 4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka hasilnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian kekuatan tarik pada pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) Al 6061 dengan variasi kuat arus 140 A, 160 A dan 180 A didapatkan hasil bahwa kekuatan tarik terbesar ada pada kuat arus 140 A dengan nilai kekuatan tarik sebesar 265,139 Mpa. Sedangkan pada kuat arus 160 A kekuatan tarik menurun menjadi 183,757 Mpa dan pada kuat arus 180 A kekuatan tarik kembali mengalami penurunan menjadi 182,467 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kuat arus maka kekuatan tarik yang dihasilkan semakin menurun. Fenomena tersebut dikarenakan pada saat proses pengelasan semakin besar kuat arus maka masukan panas yang diberikan semakin meningkat sehingga mempengaruhi struktur mikro dan menurunkan kekuatan hasil lasan.
2. Perbedaan penggunaan kuat arus las akan berpengaruh pada struktur mikro hasil lasan. Semakin tinggi arus yang digunakan, kandungan senyawa  $Mg_2Si$  pada HAZ (*Heat Affected Zone*) semakin memudar dan mengakibatkan nilai kekuatan tarik hasil lasan semakin menurun. Pada kuat arus 140 A patahan terjadi pada daerah las sedangkan pada kuat arus 160 A dan 180 A patahan terjadi di daerah HAZ. Hal ini membuktikan bahwa pada kuat arus 160 A dan 180 A di daerah HAZ terjadi pelemahan yang signifikan dikarenakan masukan panas yang berlebihan.

#### Daftar Pustaka

- [1] H. Wiryosumarto dan T. Okumura, *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita, 2000.
- [2] A. Rahmatika, S. Ibrahim, M. Hersaputri, dan E. Aprilia, "Studi Pengaruh Variasi Kuat Arus Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan GTAW Aluminium 1050 Dengan Filler ER 4043," *J. POLIMESIN*, vol. 17, no. 1, hal. 47–54, 2019.

- [3] A. A. Sodik, N. A. Mufarida, dan K. Kosjoko, "Pengaruh Penerapan Wps (Welding Procedure Specification) Al 6005 Tipe Butt Joint Terhadap Kekuatan Sambungan Las Al 6061," *J-Proteksion*, vol. 3, no. 2, hal. 1, 2019.
- [4] Linda Andewi, "Pengaruh Variasi Arus Pada Hasil Pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Pada Alumunium 6061," *Tugas Akhir Sarjana, Univ. Negeri Semarang*, 2016.
- [5] A. P. Dewanto, W. Amirudin, dan H. Yudo, "Analisa Kekuatan Mekanik Sambungan Las Metode MIG (Metal Inert Gas) Dan Metode FSW (Friction Stir Welding) 800 Rpm Pada Alumunium Tipe 5083," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 4, no. 3, hal. 613–621, 2016.
- [6] I. D. M. K. Muku, "Kekuatan Sambungan Las Aluminium Seri 1100 dengan Variasi Kuat Arus Listrik Pada Proses Las Metal Inert Gas (MIG) Welding Connection Strenght of Aluminium 1100 with Current Variations at Metal Inert Gas (MIG) Welding Process," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, hal. 11–17, 2009.
- [7] A. Azwinur, S. A. Jalil, dan A. Husna, "Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik pada Proses Pengelasan SMAW," *J. POLIMESIN*, vol. 15, no. 2, hal. 36, 2017.
- [8] B. H. Cary, *Modern Welding Technology*. Engewood. New Jersey: Prentice Hall International, Inc, 1989.
- [9] R. Suratman dan W. Sonawan, *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. Bandung: PT. Alfabeta, 2006.
- [10] A. Naufal, S. Jokosisworo, dan Samuel, "Pengaruh Kuat Arus Listrik Dan Sudut Kampuh V Terhadap Kekuatan Tarik Dan Tekuk Aluminium 5083 Pengelasan GTAW," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 4, no. 1, hal. 256–264, 2016.
- [11] E. Kristianto, "Analisis Sifat Mekanik dan Struktur Mikro pada Sambungan Las Aluminium dengan Variasi Filler menggunakan metode Friction Stir Welding (FSW)," vol. 4, hal. 9–15, 2017.
- [12] R. A. Y. Faruq, S. Jokosisworo, dan E. S. Hadi, "Analisa Pengaruh Perbedaan Diameter Pin Tool Terhadap Kekuatan Tarik, Impak, Dan Mikrografi Pada Aluminium 6061 Dengan Metode Pengelasan Friction Stir Welding (FSW)," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 5, no. 2, hal. 421–430, 2017.

***Halaman ini sengaja dikosongkan***