



Pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) dan *Underwater Welding* (UW) pada Perbaikan *Propeller* berbahan Kuningan

* Dwisetiono dan Andre Anggriawan Jaisi Djailani Putra
Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah, Indonesia
*dwisetiono@hangtuah.ac.id

Abstrak

Seiring berjalannya waktu, teknologi bangunan laut mengalami perkembangan yang sangat signifikan dan terdapat beberapa variasi perbaikan yang dapat dilakukan disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi. *Propeller* kapal merupakan komponen kapal yang seringkali mengalami benturan dengan benda-benda keras yang mengapung diperairan yang dapat menyebabkan daun dari *propeller* mengalami kerusakan seperti bengkok, retak, maupun patah. Dalam hal ini, *propeller* sesegera mungkin diperbaiki agar tidak mengganggu kelancaran operasional kapal. perbaikan daun *propeller* yang mengalami patah dapat dilakukan dengan proses pengelasan. Pengelasan (*welding*) adalah teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan logam kontinyu. *Underwater Welding* merupakan proses pengelasan berlangsung dalam keadaan basah dalam arti bahwa elektroda maupun benda berhubungan langsung dengan air sedangkan pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) adalah suatu proses pengelasan busur listrik yang menggunakan elektroda tak terumpan yang tidak ikut mencair. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa hasil perbandingan pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) dan *Underwater Welding* pada material berbahan kuningan. Untuk menunjang proses analisa tersebut, maka dilakukan kegiatan pengujian diantaranya uji tarik (*tensile test*), uji kekerasan (*hardness test*) dan pengamatan makrografi pada hasil pengelasan material.

Kata Kunci: *Propeller, Gas Tungsten Arc Welding, Underwater Welding*

Abstract

Over time, marine building technology has experienced very significant developments and there are several variations of improvements that can be made to suit needs and conditions. A ship's propeller is a ship component that often experiences collisions with hard objects floating in the water which can cause the blades of the propeller to experience damage such as bending, cracking or breaking. In this case, the propeller should be repaired immediately so as not to disrupt the smooth operation of the ship. Repairing broken propeller blades can be done using a welding process. Welding is a technique of joining metals by melting part of the parent metal and filler metal with or without additional metal and producing continuous metal. Underwater Welding is a welding process that occurs in wet conditions, meaning that the electrode and object are in direct contact with air, while Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) is an electric arc welding process that uses an untreated electrode that does not melt. This research was conducted to analyze the welding measurement results of Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) and Underwater Welding on brass materials. To support the analysis process, testing activities are carried out including tensile tests (tensile test), hardness tests (hardness test) and macrographic observations on the results of welding materials.

Keywords: *Propeller, Gas Tungsten Arc Welding, Underwater Welding*



1. LATAR BELAKANG

Seiring berjalannya waktu, teknologi bangunan laut mengalami perkembangan yang sangat signifikan dan terdapat beberapa variasi perbaikan yang dapat dilakukan disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi. *Propeller* kapal merupakan komponen kapal yang seringkali mengalami benturan dengan benda-benda keras yang mengapung diperairan yang dapat menyebabkan daun dari *propeller* mengalami kerusakan seperti bengkok, retak, maupun patah [1]. *Propeller* kapal sendiri berfungsi sebagai penghasil gaya dorong pada kapal yang mendapat daya dari mesin induk [2]. Dalam hal ini, *propeller* sesegera mungkin diperbaiki agar tidak mengganggu kelancaran operasional kapal. Perbaikan daun *propeller* yang mengalami patah dapat dilakukan dengan proses pengelasan [3]. Pengelasan (*welding*) adalah teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan logam kontinyu [4]. Proses pengelasan diperlukan persiapan dan ketelitian yang cukup besar agar hasil dari pengelasan baik dan mengurangi cacat dalam pengelasan [5].

Underwater Welding adalah proses pengelasan yang digunakan untuk perbaikan dan pemeliharaan konstruksi kelautan seperti pipa bawah laut, *platform* lepas pantai serta alat-alat Pelabuhan. Proses pengelasan ini berlangsung dalam keadaan basah dalam arti bahwa elektroda maupun benda berhubungan langsung dengan air [6]. Umumnya metode pengelasan bawah air di gunakan sebagai sambungan darurat pada saat terjadi sebuah insiden yang terjadi di perairan dan bersifat sementara [7]. Pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* merupakan pengelasan yang biasa disebut TIG (*Tungsten Inert Gas*) merupakan pengelasan yang memakai busur nyala dengan *tungsten*/elektroda yang terbuat dari *wolfram* dan bahan pengisinya disesuaikan dengan bahan atau jenis material induknya. Elektroda tungsten adalah elektroda tidak terumpan (*nonconsumable electrode*) yang berfungsi sebagai pencipta busur nyala saja yang digunakan untuk mencairkan kawat las yang ditambahkan dari luar dan benda yang akan disambung menjadi satu kesatuan sambungan [8].

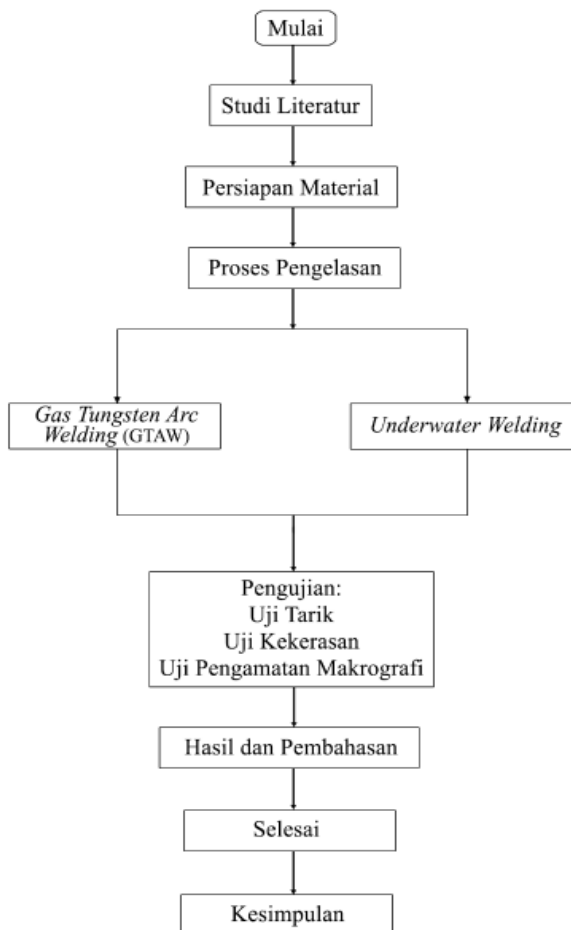
Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Haryadi, et al Pengujian kekuatan tarik pada hasil pengelasan media air laut yaitu $45,45 \text{ kg/mm}^2$ dan memiliki kekerasan sebesar 137.7 HVN [9]. Selanjutnya naskah publikasi penelitian dari Suprpto mengenai pengaruh kekuatan las berbahan kuningan terhadap proses pengelasan TIG dan *Oxy Acetylene Welding* (OAW) didapatkan hasil pengelasan TIG lebih baik dibandingkan dengan OAW melalui uji tarik. Pada uji tarik pengelasan OAW didapatkan kekuatan sebesar 304.437 N/mm^2 dan pada pengelasan TIG sebesar 375.422 N/mm^2 [10]. Selanjutnya menurut Mochammad mengenai analisa sifat fisik beserta mekanik *propeller* kapal pada pengelasan *Oxy-Acetylene Welding* (OAW) dan *Tungsten Inert Gas* (TIG), didapatkan hasil pengelasan TIG lebih baik dibandingkan dengan OAW melalui pengujian uji kekerasan, uji tarik, dan pengujian struktur mikro. Nilai kekerasan pada spesimen uji sambungan las OAW sebesar $38,25 \text{ High Rise Building (HRB)}$ dan spesimen uji sambungan las TIG sebesar $38,70 \text{ HRB}$. Sedangkan hasil uji tarik pada spesimen uji las OAW sebesar $91,85 \text{ N/mm}^2$ dan spesimen uji las TIG sebesar $113,50 \text{ N/mm}^2$ dan untuk struktur mikro pada logam induk spesimen las OAW dan TIG tidak mengalami perubahan yaitu berupa struktur fasa alfa dan fasa beta.

Berdasarkan perbedaan metode pengelasan diatas, maka dilakukan analisa hasil perbandingan pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) dan *Underwater Welding* pada kekuatan reparasi material *propeller* berbahan kuningan. Untuk menunjang proses analisa tersebut, maka dilakukan kegiatan pengujian uji kekerasan (*Hardness Test*), uji tarik (*Tensile Test*), dan uji makrografi pada hasil pengelasan material berbahan kuningan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu kegiatan percobaan secara langsung terhadap benda uji untuk melihat hasil yang terjadi terhadap proses pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) dan *Underwater Welding* pada perbaikan material *propeller* berbahan kuningan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Diagram Alir

Berikut ini disajikan diagram alir penelitian



Gambar 1. Diagram Alir

2.2. Studi Literatur

Pengumpulan sudi literatur meliputi pengumpulan jurnal maupun penulisan yang dibuat sebelumnya mengenai pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW), *Underwater Welding* (pengelasan bawah air), bahan *propeller* yang digunakan, penggunaan *filler*, serta penggunaan bentuk *bevel* dan standar uji.

2.3. Persiapan Material

Material yang akan digunakan adalah pelat kuningan (*brass plate*) yang memiliki ukuran 300 mm x 30 mm x 5 mm sebanyak 2 buah dan memiliki spesifikasi sebagai berikut

Tabel 1. Spesifikasi Material

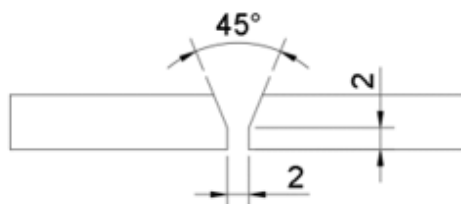
No	Spec Inspection Item	Chemical Composition (%)
1	FR	5
2	PB	15
3	ZN	36
4	CU	65

Tabel 2. *Mechanical Properties* Material tanpa perlakuan

No	<i>Mechanical Properties</i>	
1	<i>Tensile Strength</i> (MPa)	315
2	<i>Yield Strength</i> (MPa)	97
3	<i>Elongation</i> (%)	65
4	<i>Sheer Strength</i> (Mpa)	220

2.4. Proses Pengelasan

Sebelum ke proses pengelasan dilakukan pembuatan bevel yang dimesinya mengikuti standar dari AWS D1.1. Untuk lebih jelasnya seperti gambar 2.

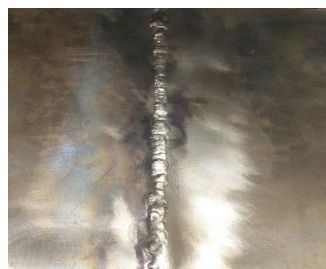


Gambar 2. Pembuatan *Bevel*

Setelah proses pembuatan *bevel* selesai, material akan dilakukan proses pengelasan dengan pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* dan *Underwater Welding* (UW).



Gambar 3. Hasil Pengelasan GTAW



Gambar 4. Hasil Pengelasan UW

Pada Gambar 3 terdapat 2 *layer* pengelasan. *Layer* ke 1 digunakan untuk menyambung bagian pengelasan dasar (*root weld*) dan *filler* dengan *ampere* 145 A, tegangan 22 V, dan *travel speed* 180 s dan untuk *layer* kedua digunakan untuk menyambung bagian *keeping* atau daerah atas las (*finishing*) dengan *ampere* 160 A dengan tegangan 22 V, dan *travel speed* 255 s.

Pada Gambar 4 terdapat 2 *layer* pengelasan. *Layer* ke 1 digunakan untuk menyambung bagian pengelasan dasar (*root weld*) dan *filler* dengan *ampere* 145 A, tegangan 22 V, dan *travel speed* 170 s dan untuk *layer* kedua digunakan untuk menyambung bagian *keeping* atau daerah atas las (*finishing*) dengan *ampere* 160 A dengan tegangan 22 V, dan *travel speed* 253 s.

2.5. Proses Pengujian

Uji material dilakukan untuk mengetahui kualitas material setelah dilakukan perlakuan berupa pengelasan. Uji ini dilakukan dengan uji tarik (*Tensile Test*), uji kekerasan (*Hardness Test*), pengamatan makrografi.



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Gambar 5. Spesimen uji tarik

2.6. Hasil dan Pembahasan

Setelah pengujian selesai selanjutnya adalah penyajian berupa hasil dan pembahasan hasil pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) dan *Underwater Welding* (UW)

2.7. Kesimpulan

Kesimpulan didapatkan dari hasil pengujian dan menganalisisnya untuk menjawab perumusan masalah dari penelitian ini dan memberikan referensi kepada penelitian selanjutnya sebagai penyempurna penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan tentang hasil penelitian yang diperoleh dari proses uji material yang dilaksanakan sesuai metode penelitian serta menganalisa data atau melakukan pengolahan data yang diperoleh dari pengujian baik secara fisik maupun secara mekanis dari dua proses pengelasan. Data yang diperoleh yaitu hasil Uji Tarik (*Tensile Test*), Uji Kekerasan (*Hardness Test*), dan pengamatan makrografi. Proses pengelasan yang digunakan adalah:

3.1. Uji Tarik

Uji tarik adalah suatu uji terhadap bahan untuk mengetahui keuletan dan ketangguhan suatu bahan terhadap tegangan tertentu serta pertambahan panjang yang dialami oleh bahan tersebut. Hasil uji tarik tersebut mencatat fenomena hubungan antara tegangan-regangan yang terjadi selama proses uji tarik dilakukan. Mesin uji tarik sering diperlukan dalam kegiatan *engineering* untuk mengetahui sifat-sifat mekanik suatu material.



Gambar 6. Hasil Uji Tarik Spesimen *Gas Tungsten Arc Welding*



Gambar 7. Hasil Uji Tarik Spesimen *Underwater Welding*

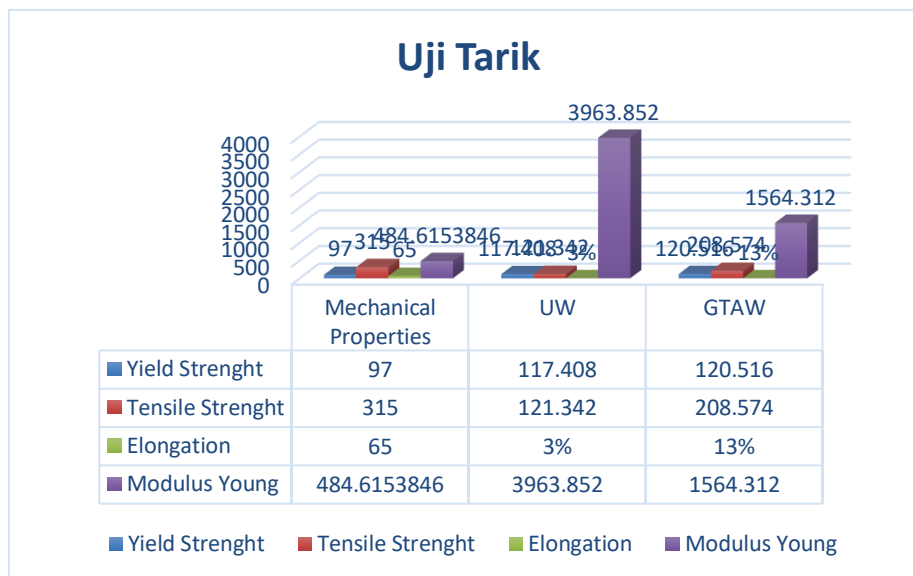
Table 3. Hasil Uji Tarik Spesimen GTAW dan UW

No	Kode	A_0 (mm ²)	Yield Strenght	Tensile	Elongation	Modulus
----	------	--------------------------	----------------	---------	------------	---------



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

	Material	(Mpa)	Strenght (MPa)	(%)	Young (MPa)
1	UW	125	117.408	3%	3963.852



2	GTAW	125	120.516	208.574	13%	1564.312
---	------	-----	---------	---------	-----	----------

Gambar 8. Grafik Uji Tarik

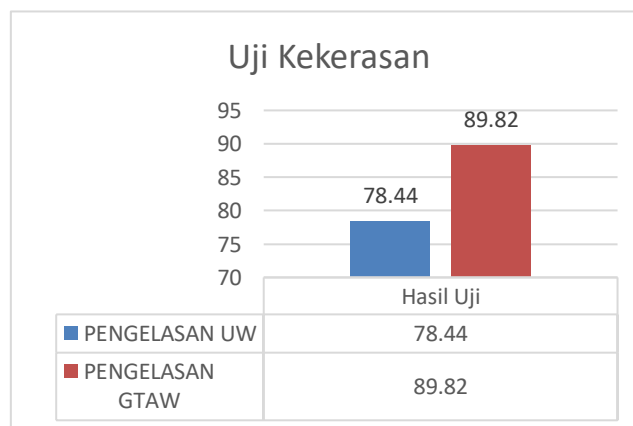
Dari hasil perhitungan kekuatan luluh (*yield strength*) pada pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) memiliki *yield strength* sebesar 120.516 Mpa, *Tensile strenght* 208.574 MPa dan *Modulus Young* 1564.312 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa pengelasan GTAW memiliki modulus elastisitas yang lebih baik dibanding dengan pengelasan UW. Hal ini dikarenakan, apabila nilai modulus young lebih tinggi, maka spesimen tersebut kurang elastis.

3.2. Uji Kekerasan

Uji kekerasan bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan dari material uji yang berhubungan dengan sifat keuletan material. Uji kekerasan biasanya dilakukan pada daerah logam dasar (*base metal*), *Head Affected Zone* (HAZ), dan hasil pengelasan (*weld metal*) dengan mengacu pada standar BKI Vol. VI tahun 2022. Uji kekerasan pada penelitian ini menggunakan metode Brinell yaitu berupa bola pejal yang dikeraskan.

Table 4. Uji Kekerasan

No	Kode Material	Kekerasan (HB)
1	UW	89.8
2	GTAW	78.4





Gambar 9. Grafik Uji Kekerasan

Dapat dilihat bahwa kekerasan di daerah *weld metal* pada pengelasan UW adalah 78.44 HB, dan untuk pengelasan GTAW adalah 89.82 HB. sehingga dapat disimpulkan bahwa pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) memiliki kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan pengelasan *Underwater Welding* (UW).

3.3. Pengamatan Makrografi

Pengamatan makrografi dilakukan untuk mengetahui kondisi dalam pengelasan atau penetrasi dan cacat apa saja yang terjadi pada pengelasan.

Table 5. Pengamatan Makrografi

No	Jenis Pengelasan	Gambar	Keterangan
1	<i>Gas Tungsten Arc Welding</i> (GTAW)		<i>Crack</i>
2	<i>Underwater Welding</i> (UW)		<i>Excess Root Penetration</i>

Pada hasil pengamatan makrografi yang ditunjukkan pada table 3 ditemukan cacat pada pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) yaitu retak (*Crack*), sedangkan pada pengelasan *Underwater Welding* juga terdapat cacat yaitu *Excess Root Penetration*. Cacat las *Crack* atau retak diakibatkan karena penekanan secara paksa pada saat material mengalami deformasi, sedangkan cacat las *excess root penetration* diakibatkan oleh beberapa hal yaitu *ampere* yang digunakan terlalu besar, suhu lingkungan dingin.

4. KESIMPULAN

Bila ditinjau dari kapal yang tidak melakukan proses *docking*, Pada Analisa teknis, hasil pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) dan *Underwater Welding* didapatkan bahwa pengelasan GTAW memiliki kekuatan tarik maksimum 208.574 MPa, kekerasan pada daerah *weld metal* 89.82 HB dan cacat pengelasan berupa *crack*. Sedangkan untuk *Underwater Welding* memiliki kekuatan tarik maksimum 121.342 MPa, kekerasan pada daerah *weld metal* 78.44 HB dan terjadi cacat pengelasan berupa *excess root penetration*. Sehingga dari hasil pengelasan tersebut didapatkan perbandingan bahwa pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) lebih baik dibandingkan dengan pengelasan *Underwater Welding*. Pada analisa ekonomis yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan ekonomis didapatkan bahwa pengelasan *Underwater Welding* lebih efisien dibandingkan pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW). Namun, hasil pengelasan GTAW lebih baik dibandingkan pengelasan *Underwater Welding*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Daun, P. Yang, and P. Pada, "Analisa Teknis Dan Ekonomis Sistem Perbaikan Daun Propeller Yang Patah Pada Km. Mandiri Dua Tanpa Docking," *Kapal*, vol. 6, no. 2, pp. 100–106, 2012, doi:



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

10.12777/kpl.6.2.100-106.

- [2] A. Hendrawan, “Jurnal Sainara Vol 4 No. 1 September 2019 ANALISA PENGEBAK KEAUSAN POROS BALING BALING KAPAL,” *J. Sainara*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [3] A. Mardika and N. Chandra, “Perbandingan Hasil Pengelasan GMAW dan FCAW pada Welding Repair Propeller Berbahan Kuningan Comparison of GMAW and FCAW Welding Results on Welding Repair Propellers Made of Brass Universitas Hang Tuah , Indonesia Dalam pelayarannya di laut atau sungai , p,” vol. 7, no. 1, pp. 36–42, 2023, doi: 10.31289/jmemme.v7i1.7601.
- [4] M. Bin Afan, P. Purwantono, M. Mulianti, and B. Rahim, “Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Las Smaw Dengan Elektroda E7016,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 15, no. 1, p. 20, 2020.
- [5] J. Inovasi *et al.*, “Zona laut,” vol. 2, no. 3, pp. 92–98, 2021.
- [6] S. Nasional, T. Riset, and X. X. No, “PENGARUH VARIASI HEAT INPUT UNDERWATER WET WELDING PADA SAMBUNGAN BUT JOINT TERHADAP SIFAT MEKANIK Teknik Bangunan Kapal , Politeknik Negeri Madura , Jalan Raya Taddan Km 4 Taddan , Sampang , 69281 PENDAHULUAN Dalam 5 tahun terakhir terdapat kurang lebih ,” pp. 504–511, 2021.
- [7] J. Hasil, K. Ilmiah, S. Lois, P. Manalu, U. Budiarto, and S. Jokosisworo, “Jurnal Teknik Perkapalan Analisa Hasil Pengelasan Bawah Air Baja a36 Dengan Elektroda Air Aws E7018,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 10, no. 3, pp. 32–40, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>.
- [8] R. C. Kusuma, S. Jokosisworo, and A. W. Budi, “Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik, Impak, Tekuk Dan Mikrografi Aluminium 5083 Pasca Pengelasan Tig (Tungsten Inert Gas) Dengan Media Pendingin Air Laut Dan Oli,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 5, no. 4, pp. 585–593, 2017, [Online]. Available: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>.
- [9] G. D. Haryadi, S. Tangkuman, and A. T. Hardjuno, “Pengaruh Elektroda RB 26 Berlapis pada Under Water Welding Process ditinjau dari Sifat Mekanis pada Lambung Kapal,” pp. 18–32, 2014.
- [10] A. Suprpto, “Pengaruh Kekuatan Las Berbahan Kuningan Terhadap Proses Pengelasan TIG dan Oxy-Acetylene,” 2013.

