



Pengaruh Cairan Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik dan *Bending* Pengelasan SMAW Baja SS400

Moch. Arif Wibowo¹, Nely Ana Mufarida², Kosjoko³
^{1,2,3}Prodi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember
nelyana@unmuhjember.ac.id

Abstract

The welding process is widely used for joining in machine construction and steel construction. One popular welding method today is SMAW. SMAW welding is effective and practical because it only requires simple tools and electrodes in its use. According to research before, the higher the viscosity value of the coolant used, the higher the tensile strength produced by using various coolants such as aloe vera gel, banana stem extract, and water. Therefore, this research aims to use readily available coolants, especially in the production workshop environment. The purpose of this study is to determine the effect of different welding currents on the cooling liquid on the welding results of SS400 steel material. In this research, the creation and testing of specimens were conducted in several places. The creation of specimens was carried out at the Mechanical Engineering Laboratory of Muhammadiyah University of Jember, the welding process of the specimens was conducted at the Job Training Center (BLK) Situbondo, and the tensile and bending tests were conducted at the Material Testing Laboratory of the Mechanical Engineering Department at Malang State Polytechnic. This study uses SMAW welding with an E6013 Ø2.6mm electrode and SS400 steel material. After welding, the specimens were immersed in cooling liquids, namely 10% dromus, radiator coolant, and SAE 40 oil. The results of the research on the SMAW welding process for SS400 steel showed that immersion using SAE 40 oil produced the highest tensile strength at both 80A and 90A currents, which were 28.79 kg/mm² and 28.22 kg/mm², respectively. Meanwhile, the bending test results showed two different outcomes: at 80A current, immersion welding using radiator coolant produced the highest bending strength at 1067.77 kgf/mm², whereas at 90A current, immersion welding using dromus produced the highest bending strength at 1130.22 kgf/mm².

Keywords: SMAW, coolant, mechanical properties, current, SS400

Abstrak

Proses pengelasan banyak digunakan untuk penyambungan pada konstruksi mesin dan konstruksi baja. Salah satu jenis metode pengelasan yang masih populer saat ini adalah SMAW. Pengelasan SMAW ini efektif dan praktis karena hanya membutuhkan alat sederhana dan elektroda dalam penggunaannya. Melalui penelitian sebelumnya diketahui bahwa semakin tinggi nilai viskositas cairan pendingin yang digunakan maka menghasilkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dengan menggunakan variasi cairan pendingin gel lidah buaya, batang pohon pisang, dan air. Oleh karena itu, pada penelitian ini ingin menggunakan cairan pendingin yang mudah didapatkan terutama di lingkungan bengkel produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah guna mengetahui pengaruh cairan pendingin dengan arus pengelasan yang berbeda pada hasil pengelasan material baja SS400. Pada penelitian ini, pembuatan serta pengujian spesimen dilakukan di beberapa tempat. Pembuatan spesimen dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember, kemudian proses pengelasan spesimen dilakukan di Balai Latihan Kerja (BLK) Situbondo, untuk proses pengujian tarik dan tekuk dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Mesin Politeknik Negeri Malang. Penelitian ini menggunakan jenis pengelasan SMAW dengan elektroda E6013 Ø2,6 mm dan material baja SS400. Setelah pengelasan selesai kemudian spesimen direndam cairan pendingin berupa dromus kadar 10%, coolant radiator, dan Oli SAE 40. Hasil penelitian yang dilakukan pada proses pengelasan dengan metode SMAW baja SS400 didapatkan hasil pengelasan perendaman menggunakan Oli SAE 40 menghasilkan kekuatan tarik paling tinggi baik pada arus 80A maupun 90A yakni sebesar 28,79kg/mm² dan 28,22kg/mm². Sedangkan hasil pengujian tekuk menghasilkan dua hasil yang berbeda, yaitu pada arus 80A hasil pengelasan perendaman menggunakan coolant radiator menghasilkan kekuatan tekuk paling tinggi pada arus 80A sebesar 1067,77kgf/mm², sedangkan pada arus 90A hasil pengelasan perendaman menggunakan dromus menghasilkan kekuatan tekuk paling tinggi yakni sebesar 1130,22kgf/mm².

Kata kunci: SMAW, cairan pendingin, sifat mekanik, arus, SS400

1. Pendahuluan

Pengelasan merupakan proses penyambungan dua buah logam khususnya mesin dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Baja mempunyai sifat mampu las yang baik. Penyambungan logam adalah suatu proses yang dilakukan untuk menyambung 2 (dua) bagian logam atau lebih baik logam yang sejenis maupun tidak sejenis [1].

Pengelasan adalah salah satu proses manufaktur yang digunakan untuk menggabungkan berbagai jenis logam ferrous maupun non-ferrous. Pentingnya pengelasan berasal dari fakta bahwa bahan dengan konfigurasi geometri kompleks dapat dibuat dengan membuat bagian-bagian terpisah dan menggabungkan bagian-bagian tersebut melalui pengelasan. Dengan cara ini, bagian-bagian yang memiliki konfigurasi kompleks dapat dibuat dengan teknologi pengelasan. Salah satu proses yang paling umum adalah pengelasan busur listrik berlapis pelindung. Proses ini sering disebut sebagai pengelasan di lokasi atau di lapangan karena keandalannya, efisiensinya, dan perlengkapan yang lebih sedikit. Proses ini telah diterapkan tidak hanya dalam industri dirgantara tetapi juga dalam industri otomotif dan peralatan rumah tangga. Proses ini menggunakan elektroda berlapis pelindung yang membentuk slag dan mencegah lelehan kolam pengelasan dari oksidasi serta menghilangkan kotoran [2].

Proses pengelasan disebut dengan sambungan permanen. Sambungan permanen merupakan sambungan yang tidak dapat dibuka. Sambungan permanen banyak digunakan untuk pekerjaan konstruksi besar, seperti jembatan, bangunan baja, konstruksi baja pada bangunan gedung [3]. Pengelasan bukan tujuan utama dari proses konstruksi, tetapi merupakan sarana untuk mencapai proses pembuatan yang lebih baik. Karena itu rancangan las harus memperhatikan kesesuaian antara sifat las yaitu kekuatan dari sambungan dan memperhatikan sambungan las sehingga hasil dari pengelasan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan [4].

Kekuatan sambungan las akan sangat dipengaruhi oleh waktu pengelasan dan panas yang diterima oleh benda atau bahan uji, sehingga besar arus yang digunakan juga sangat berdampak pada hasil sambungan[5]. Begitu juga dengan perlakuan pasca pengelasan, semakin tinggi densitas suatu media pendingin, maka semakin cepat proses pendinginan. Media yang memiliki densitas tinggi akan memberikan daya pendinginan yang cepat sehingga dapat mengakibatkan spesimen menjadi getas [6].

Pengelasan *Shield Metal Arc Welding* (SMAW) adalah proses pengelasan yang memanfaatkan panas dari energi listrik untuk mencairkan logam induk dan bahan pengisi yaitu elektroda. Panas yang dihasilkan dari pengelasan ini terbentuk karena adanya lonjakan

ion listrik yang terjadi antara anode dan katode dari busur elektroda dan logam induk sehingga terbentuk atom-atom atau molekul- molekul dari batang logam yang disambung [7]. Proses las *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) juga dikenal sebagai las busur adalah proses pengelasan di mana logam dasar dan elektroda digunakan sebagai logam pengisi dan dilebur oleh panas [8].

Mesin las SMAW terbagi menjadi mesin las arus searah atau *Direct Current* (DC), mesin las arus bolak balik atau *Alternating Current* (AC), dan mesin las (AC/DC). Polaritas DCEP/DC+ yaitu posisi elektroda berada di kutub positif dan benda kerja berada di kutub negatif sehingga menghasilkan penetrasi pengelasan yang dangkal. Sedangkan Polaritas DCEN/DC- yaitu posisi elektroda berada di kutub negatif dan benda kerja berada di kutub positif sehingga menyebabkan penetrasi pengelasan yang dalam biasa digunakan untuk proses penembusan. Perbedaan jenis polaritas memiliki pengaruh yang berbeda terhadap sifat mekanik hasil lasan. Penentuan tegangan mesin las yaitu AC dan DC, dan polaritas mesin DC+ dan DC- serta jenis elektroda mempengaruhi hasil dari kekuatan tarik [9].

Sebagian besar elektroda pada pengelasan SMAW dilapisi oleh *flux*. Elektroda berfungsi sebagai pembangkit arus dan sebagai bahan tambahan dalam pengelasan. Elektroda terbuat dari logam yang dilapisi zat kimia lainnya. Ada dua bagian dalam elektroda yaitu *flux* atau bagian yang bersulut dan bagian tidak bersulut yang memiliki fungsi untuk menjepit tang las. Fungsi utama *flux* (lapisan elektroda) dalam pengelasan yaitu untuk melindungi logam cair dari lingkungan, memberikan tambahan unsur paduan logam, menghasilkan gas pelindung dalam proses las, menstabilkan busur las listrik pada proses las [10].

Structural Steel (SS400) merupakan sebuah baja karbon rendah (*mild steel*) yang sesuai standar *American Society for Testing Materials* (ASTM) A36 atau *Japanese Industrial Standards* (JIS) G3101. Baja ini digolongkan ke dalam baja paduan rendah karena komposisi paduannya kurang dari 8% dengan komposisi karbon (C) sebesar 0,17%, mangan (Mn) 1,4%, fosfor (P) 0,045%, dan sulfur (S) 0,045%. Namun karena sifatnya yang ulet dan tangguh, sehingga baja karbon rendah ini digunakan di bidang perkapalan yang merupakan bahan utama pembuatan konstruksi lambung kapal [11].

Kekuatan tarik ialah tegangan maksimum yang bisa di tahan oleh sebuah benda ketika benda tersebut ditarik atau diberi beban. Beban tarik merupakan beban yang dipindahkan ke suatu benda dengan menerapkan gaya tarik dalam arah yang berlawanan ke salah satu ujung benda. Akibat dari gaya tarik yang bekerja pada bahan tersebut yakni adanya perubahan bentuk bahan. Butir kristal dari logam akan melemahkan gaya elektromagnetik masing- masing atom logam sampai

ikatan putus oleh gaya tarik maksimum [12]. Hasil pengujian tarik pada umumnya adalah kekuatan atau keuletan yang ditunjukkan dengan adanya presentase perpanjangan dan presentase kontraksi atau reduksi penampang pengujian dengan menggunakan mesin uji tarik (*universal testing machine*) [13].

Pengujian *bending* atau pengujian tekuk merupakan suatu proses pengujian material yang bersifat visual. Tujuannya adalah memperoleh hasil kekuatan lentur dari suatu material setelah mengalami proses pembebanan tegangan tanpa menyebabkan adanya perubahan bentuk [14].

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [11], menyatakan bahwa cairan pendingin memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap kekuatan tarik sambungan las baja SS400 dengan kesimpulan yakni semakin tinggi viskositas cairan pendingin maka semakin tinggi pula kekuatan tariknya.

Melalui penelitian [5], semakin besar arus yang digunakan pada proses pengelasan maka menghasilkan kekuatan tarik yang lebih tinggi.

Dalam hal ini penulis tertarik untuk melakukan pembahasan terkait pengaruh variasi arus pengelasan serta perlakuan pemberian cairan pendingin setelah proses pengelasan. Penelitian ini memiliki tujuan antara lain untuk mengetahui pengaruh variasi arus serta perlakuan pemberian cairan pendingin setelah proses pengelasan terhadap kekuatan tarik sambungan las dan mengetahui pengaruh variasi arus serta perlakuan pemberian cairan pendingin setelah proses pengelasan terhadap kekuatan tekuk sambungan las.

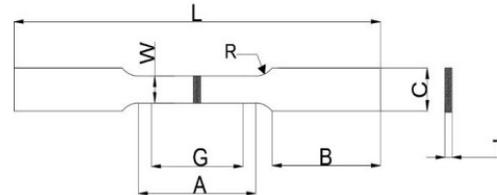
2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini, pembuatan serta pengujian spesimen dilakukan di beberapa tempat. Pembuatan spesimen dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember pada tanggal 20 Februari 2024, kemudian proses pengelasan spesimen dilakukan di Balai Latihan Kerja (BLK) Situbondo pada tanggal 21 Februari 2024, untuk proses pengujian tarik dan tekuk (*bending*) dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Mesin Politeknik Negeri Malang tanggal 26 Februari 2024. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Penelitian ini menggunakan jenis pengelasan SMAW dengan elektroda E6013 diameter 2,6mm dan material baja SS400. Proses pengelasan dilakukan dengan posisi 1G dengan ukuran spesimen uji tarik berdasarkan standar ASTM E8 seperti pada Gambar 2 dan Tabel 1 sedangkan spesimen uji tekuk (*bending*) berdasarkan standar ASTM E19014 seperti pada Gambar 3 dan Tabel 2. Pengelasan dilakukan dengan variasi arus 80A dan 90A, setelah pengelasan selesai kemudian spesimen dilakukan perlakuan perendaman cairan pendingin berupa dromus kadar 10%, *coolant radiator*, dan Oli SAE 40.



Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 2. Dimensi Spesimen Uji Tarik

Tabel 1. Dimensi Spesimen Uji Tarik

Keterangan	Dimensi (mm)
G	50
A	57
W	12,5
T	5
R	12,5
L	200
C	20
B	50

Untuk menghitung kekuatan tarik maka menggunakan persamaan 1 berikut [15]:

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (1)$$

dengan σ adalah nilai tegangan tarik (kg/mm^2), F adalah gaya tarik (kg) dan A_0 adalah luas penampang spesimen uji (mm^2).



Gambar 3. Dimensi Spesimen Uji Bending

Tabel 2. Dimensi Spesimen Uji Bending

Keterangan	Dimensi (mm)
L	152
W	38
T	5

Dalam menghitung kekuatan *bending* menggunakan rumus 3 point bending dengan menggunakan standar ASTM D 790 sebagaimana persamaan 2 berikut [7].

$$\sigma_b = \frac{3.P.L}{2.b.h^2} \quad (2)$$

dengan σ_b adalah nilai tegangan lengkung (kgf/mm^2), P adalah beban atau gaya tang terjadi (kgf), L adalah jarak poin (mm), b adalah lebar benda uji (mm), dan h adalah ketebalan benda uji (mm).

Proses pengelasan diawali dengan mempersiapkan alat dan bahan seperti spesimen uji, mesin las SMAW, elektroda, sarung tangan, apron dan topeng las yang dilanjutkan dengan pembersihan spesimen supaya terhindar dari cacat las. Setelah itu pengelasan dilakukan sesuai posisi pengelasan dan elektroda yang ditentukan dan dilanjutkan dengan perlakuan perendaman spesimen ke dalam cairan pendingin. Setelah itu, terak yang menempel pada sambungan las dibersihkan menggunakan palu dan sikat baja guna membersihkan sambungan las. Spesifikasi alat dan bahan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan Bahan	Spesifikasi
Material Baja	SS400/ASTM A36
Tebal Baja SS400	5 mm
Elektroda	E6013 Ø2,6 mm
Kampuh Las	Kampuh I
Posisi Pengelasan	1G

Setelah proses pengelasan dan perlakuan spesimen selesai, selanjutnya dilakukan pengujian tarik dan tekuk (*bending*) dengan menggunakan *universal testing machine* untuk mengukur tegangan tarik dan tegangan lengkung material tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data yang telah didapatkan, maka dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (1) untuk mendapat nilai tegangan tarik dan menggunakan persamaan (2) untuk mendapatkan nilai tegangan lengkung sambungan las masing-masing spesimen [16].

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan pada uji tarik dan tekuk (*bending*) didapatkan nilai seperti pada Tabel 4 dan 5 untuk uji tarik, sedangkan Tabel 6 dan 7 untuk uji tekuk (*bending*). Kemudian untuk grafik uji tarik dan uji tekuk (*bending*) dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7 untuk uji tarik, sedangkan Gambar 8 dan 9 untuk uji tekuk (*bending*). Berikut ini dapat dilihat gambar spesimen setelah dilakukan pengujian tarik dan *bending* pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Spesimen Hasil Uji Tarik

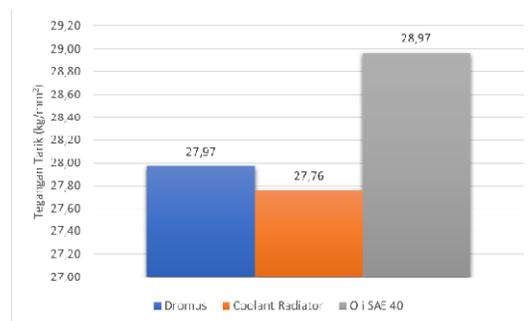


Gambar 5. Spesimen Hasil Uji Bending

3.1 Hasil Uji Tarik dengan Arus Pengelasan 80A

Tabel 4. Hasil Uji Tarik Arus 80A

Cairan Pendingin	Beban Maks. (kg)	Tegangan Tarik (kg/mm^2)
Dromus	2797,27	27,97
Coolant Radiator	2776,20	27,76
Oli SAE 40	2896,93	28,97



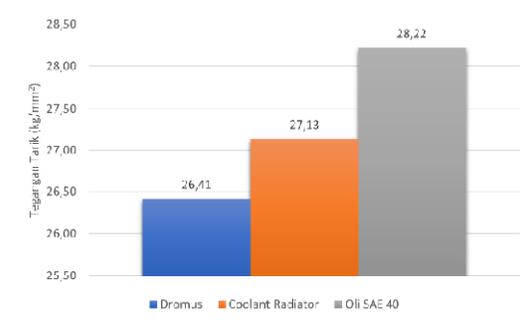
Gambar 6. Grafik Uji Tarik 80A

Berdasarkan data dari hasil pengujian tarik spesimen yang menggunakan arus pengelasan 80A dengan perlakuan perendaman cairan pendingin (dromus, *coolant radiator*, dan oli SAE 40) didapatkan data sebagai berikut. Tegangan tarik tertinggi terdapat pada spesimen uji yang dilakukan perendaman menggunakan oli SAE 40 dengan nilai tegangan tarik sebesar 28,97kg/mm². Sedangkan nilai tegangan tarik terendah terdapat pada spesimen uji yang dilakukan perendaman menggunakan coolant radiator dengan nilai tegangan tarik sebesar 27,76kg/mm².

3.2 Hasil Uji Tarik dengan Arus Pengelasan 90A

Tabel 5. Hasil Uji Tarik Arus 90A

Cairan Pendingin	Beban Maks. (kg)	Tegangan Tarik (kg/mm ²)
Dromus	2641,27	26,41
Coolant Radiator	2713,13	27,13
Oli SAE 40	2822,20	28,22



Gambar 7. Grafik Uji Tarik 90A

Berdasarkan data dari hasil pengujian tarik spesimen yang menggunakan arus pengelasan 90A dengan perlakuan perendaman cairan pendingin (dromus, *coolant radiator*, dan oli SAE 40) didapatkan data sebagai berikut. Tegangan tarik tertinggi terdapat pada spesimen uji yang dilakukan perendaman menggunakan oli SAE 40 dengan nilai tegangan tarik sebesar 28,22kg/mm². Sedangkan nilai tegangan tarik terendah terdapat pada spesimen uji yang dilakukan perendaman menggunakan dromus dengan nilai tegangan tarik sebesar 26,41kg/mm².

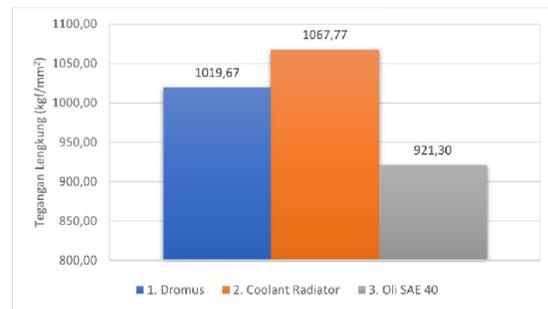
3.3 Hasil Uji Bending dengan Arus Pengelasan 80A

Tabel 6. Hasil Uji Bending Arus 80A

Cairan Pendingin	Beban Maks. (kgf)	Tegangan Lengkung (kgf/mm ²)
Dromus	4248,63	1019,67
Coolant Radiator	4449,05	1067,77
Oli SAE 40	3889,95	921,30

Berdasarkan Tabel dan grafik dari hasil pengujian tekuk (*bending*) spesimen yang menggunakan arus pengelasan 80A dengan perlakuan perendaman cairan pendingin (dromus, *coolant radiator*, dan oli SAE 40) didapatkan data sebagai berikut. Tegangan lengkung tertinggi terdapat pada spesimen uji yang dilakukan perendaman menggunakan coolant radiator dengan nilai tegangan lengkung sebesar 1067,77 kgf/mm².

Sedangkan nilai tegangan lengkung terendah terdapat pada spesimen uji yang dilakukan perendaman menggunakan oli SAE 40 dengan nilai tegangan lengkung sebesar 921,30 kgf/mm².

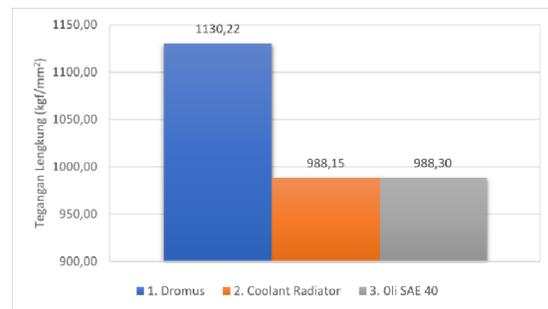


Gambar 8. Grafik Uji Bending 80A

3.4 Hasil Uji Bending dengan Arus Pengelasan 90A

Tabel 7. Hasil Uji Bending Arus 90A

Cairan Pendingin	Beban Maks. (kgf)	Tegangan Lengkung (kgf/mm ²)
Dromus	4709,23	1130,22
Coolant Radiator	4117,31	988,15
Oli SAE 40	4172,84	988,30



Gambar 9. Grafik Uji Bending 90A

Berdasarkan data dari hasil pengujian tekuk (*bending*) spesimen yang menggunakan arus pengelasan 90A dengan perlakuan perendaman cairan pendingin (dromus, *coolant radiator*, dan oli SAE 40) didapatkan data sebagai berikut. Tegangan lengkung tertinggi terdapat pada spesimen uji yang dilakukan perendaman menggunakan dromus dengan nilai tegangan lengkung sebesar 1130,22kgf/mm². Sedangkan nilai tegangan lengkung terendah terdapat pada spesimen uji yang dilakukan perendaman menggunakan coolant radiator dengan nilai tegangan lengkung sebesar 988,15kgf/mm².

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada proses pengelasan dengan metode SMAW material baja SS400 didapatkan hasil pengelasan dengan perlakuan perendaman menggunakan Oli SAE 40 menghasilkan kekuatan tarik paling tinggi baik pada arus 80A maupun 90A yakni sebesar 30,49kg/mm² dan 29,71kg/mm². Sedangkan hasil pengujian tekuk (*bending*) menghasilkan dua hasil yang berbeda, yaitu

pada arus 80A hasil pengelasan dengan perlakuan perendaman menggunakan *coolant radiator* menghasilkan kekuatan tekuk (*bending*) paling tinggi pada arus 80A sebesar 1067,77kgf/mm², sedangkan pada arus 90A hasil pengelasan dengan perlakuan perendaman menggunakan dromus menghasilkan kekuatan tekuk (*bending*) paling tinggi yakni sebesar 1130,22kgf/mm².

Daftar Rujukan

- [1] F. Bawazir, Bukhari, Dan A. S. Ismy, "Pengaruh Variasi Elektroda Las Pada Sambungan", *J. Mesin Sains Terap.*, Vol. 5, No. 2, Hal. 1–6, 2021.
- [2] P. K. Baghel, "Effect Of Smaw Process Parameters On Similar And Dissimilar Metal Welds: An Overview", *Heliyon*, Vol. 8, No. 12, Hal. E12161, 2022, Doi: 10.1016/J.Heliyon.2022.E12161.
- [3] R. F. Meditama, L. C. Permadi, Dan F. A. Khoufi, "Variasi Besar Arus Listrik Dan Ketebalan Pelat Pada Pengelasan Smaw Terhadap Distorsi Angular Sambungan T Baja St37", *Metrotech (Journal Mech. Electr. Technol.*, Vol. 1, No. 2, Hal. 70–75, 2022, Doi: 10.33379/Metrotech.V1i2.1406.
- [4] R. E. Hartanto, S. Yulianto, Dan M. Sugiri, "Analisis Pengaruh Kuat Arus Listrik Terhadap Hasil Pengelasan Smaw Material St 37 Dengan Elektroda Low Hidrogen Pada Pengujian Visual , Radiografi ,Struktur Makro Dan Mikro", *Snitt-Politeknik Negeri Balikpapan*, Hal. 7, 2020.
- [5] A. Nawiko, Rosehan, Dan M. Sobron Y. Lubis, "Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan Smaw Terhadap Uji Tarik Sambungan Bahan Astm A36", *J. Syntax Transform.*, Vol. 3, No. 05, Hal. 802–808, 2022, Doi: 10.46799/Jst.V3i5.567.
- [6] Iswanto, E. Widodo, P. H. Tjahjanti, Dan D. Nur Rohman, "Pengaruh Viskositas Cairan Pendingin Pasca Pengelasan Smaw Terhadap Sifat Fisik Baja St 37", *Rotasi*, Vol. 23, No. 1, Hal. 13–17, 2021, [Daring]. Tersedia Pada: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/view/32532>
- [7] R. Amzamsyah, Kosjoko, Dan M. L. Umar, "J-Proteksion : Jurnal Kajian Ilmiah Dan Teknologi Teknik Mesin", *J-Proteksion*, Vol. 4, No. 13, Hal. 1–6, 2020.
- [8] W. Fratama, Tuparjono, Dan Erwanto, "Analisis Uji Impak Pada Pengelasan Baja St37 Menggunakan Las Shield Metal Arc Welding (Smaw) Dengan Posisi Pengelasan 1g", *Pros. Semin. Nas. Inov. Teknol. Terap.* 2022, Vol. 2, No. January, Hal. 300–306, 2022.
- [9] A. S. Nurrohkayati Dan Z. Anggara, "Analysis Of The Effects Of Polarity Variations, Electrode Types, And Cooling Media On The Tensile Strength Of Astm A36 Steel Welded Joints", *Acad. Open*, Vol. 8, No. 1, Hal. 1–12, Jul 2023, Doi: 10.21070/Acopen.8.2023.6943.
- [10] H. Munawar Muthia, I. Gusniar Nugraha, Dan R. Hanafi, "Pengaruh Jenis Elektroda Las Smaw Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro", *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, Vol. 11, No. 1, Hal. 93–110, 2023, [Daring]. Tersedia Pada: <http://10.0.93.79/jptm.v11i1.56007>.
- [11] H. Bisri Dan Y. Yunus, "Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Pengelasan Smaw Material Baja Ss400 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Yunus Abstrak", *J. Tek. Mesin Unesa*, Vol. 10, No. 03, Hal. 55–60, 2022.
- [12] R. D. N. Manurung, U. Budiarto, Dan H. Yudo, "Jurnal Teknik Perkapalan", *Tek. Perkapalan*, Vol. 7, No. 2, Hal. 152–160, 2021.
- [13] F. Juniarianto Dan Dwisetiono, "Perbandingan Jenis Elektroda E7016 Dan E7018 Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Smaw", *Hexag. J. Tek. Dan Sains*, Vol. 2, No. 2, Hal. 7–10, 2021, Doi: 10.36761/Hexagon.V2i2.1081.
- [14] G. D. Maylano, U. Budiarto, Dan A. W. B. Santosa, "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, Hal. 785, 2022, [Daring]. Tersedia Pada: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/Naval>
- [15] M. T. Asy'ari, M. H. Bahri, Dan N. A. Mufarida, "Pengaruh Variasi Waktu Pendingin Pada Sambungan Las Tipe Double V Groove Terhadap Kekuatan Tarik Material Astm A36", *J. Mech. Des. Test.*, Vol. 3, No. 1, Hal. 1–8, 2021.
- [16] Naharuddin Et All., "Kekuatan Tarik Dan Bending Sambungan Las Pada Material Baja Sm 490 Dengan Metode Pengelasan Smaw Dan Saw", *Tek. Mesin*, 2015.
-