

Analysis of The Effect of Preheating Temperature On The Tensile Strength Of Aluminium 5083 In A Vertical Position Using Shield Metal Arc Welding (SMAW)

[Analisis Pengaruh Suhu *Preheating* Terhadap Kekuatan Tarik Aluminium 5083 pada Posisi Vertikal Menggunakan *Shield Metal Arc Welding*(SMAW)]

Rizky Putra Ronal Diyanto *,¹⁾, Ali Akbar²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: 171020200065@umsida.ac.id

Abstract. Aluminium 5083 an alloy of aluminium that has good cortical, power and welding resilience. Preheating on aluminium 5083 still possible in a particular temperature range. This research aimed to determine temperature preheating affected on aluminium 5083 vertical drag with SMAW. The various of preheating temperature was no preheating (spesimen 1), preheating at 40oC (spesimen 2) and preheating at 80 oC (spesimen 3). Based on test found that value of ultimate tensile strength on non preheating spesimen was 301,894 MPa and experienced an increased 8,748% or 304,535 MPa on specimen with preheating at temperature 40oC, and on specimen with preheating at temperature 80oC value of ultimate tensile strength decline of 16,023% or 253,521 MPa.

Keywords: Aluminium 5083, Preheating, SMAW.

Abstrak. Aluminium 5083 adalah paduan aluminium dengan ketahanan korosi dan kemampuan las yang baik serta memiliki kekuatan tinggi. Pemanasan awal (*preheating*) pada logam aluminium 5083 masih dapat dilakukan pada kisaran temperatur tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu *preheating* terhadap kekuatan tarik aluminium 5083 pada posisi vertikal menggunakan SMAW. Variasi suhu *preheating* yaitu tanpa *preheating* (spesimen 1), suhu *preheating* 40oC (spesimen 2) dan suhu *preheating* 80 oC (spesimen 3). Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa nilai kekuatan tarik pada spesimen tanpa *preheating* yaitu sebesar 301,894 MPa dan mengalami peningkatan kekuatan tarik sebesar 8,748% pada spesimen dengan suhu *preheating* 40oC menjadi 304,535 MPa, namun mengalami penurunan kekuatan tarik sebesar 16,023% pada spesimen dengan suhu *preheating* 80oC menjadi 253,521 MPa.

Kata kunci: Aluminium 5083, Preheating, SMAW

I. PENDAHULUAN

Aplikasi penyambungan suatu material dengan menggunakan teknik pengelasan dapat diaplikasikan secara luas dalam bidang konstruksi misalnya pada penyambungan pipa saluran, rangka baja, perkapalan, jembatan dan lain sebagainya[1]. Hasil dari penyambungan dengan teknik pengelasan dinilai lebih dan lebih ringan dibandingkan teknik penyambungan lainnya. Misalnya pada teknik penyambungan dengan menggunakan baut atau paku keling (rivet joints) harus didahului dengan pembuatan lubang untuk penyambungan [2]. Pengelasan merupakan proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Salah satu jenis las adalah SMAW (Shield Metal Arc Welding) disebut juga las busur listrik yang mampu mencairkan logam yang dilas, dimana busur listrik dibangkitkan dari suatu mesin las [3]; [4].

Beberapa kendala pada sambungan las antara lain kualitas logam las berbeda dengan logam induk serta dapat terjadi distorsi dan perubahan bentuk (deformasi) oleh pemanasan pendinginan cepat. Selain itu tanpa disadari, setelah proses pengelasan dapat terjadi tegangan sisa yang mempengaruhi struktur hasil pengelasan. Tegangan sisa yang berlebih akan menimbulkan keretakan bahkan perubahan bentuk permanen pada hasil pengelasan, perubahan bentuk ini dapat disebabkan karena selama proses pengelasan tanpa didahului dengan melakukan tahap *preheating*[5]. *Preheating* sendiri didefinisikan sebagai proses memanaskan seluruh/sebagian benda (logam) yang akan di las sebelum dilakukan proses pengelasan[6]. Tujuan perlakuan *preheating* adalah mengurangi perbedaan panas yang terjadi diantara daerah las dengan daerah sekitarnya, menstabilkan suhu spesimen sebelum dilakukan pengelasan, serta

meningkatkan sifat mekanik dan sifat fisis logam agar tidak terjadi kerusakan/cacat pada saat dan setelah pengelasan [7].

Aluminium dan paduan aluminium termasuk logam ringan yang memiliki kekuatan tinggi, tahan terhadap karat dan merupakan konduktor listrik yang baik. Logam ini dipakai secara luas dalam bidang transportasi, kimia, listrik, bangunan dan alat-alat penyimpanan[8]. Paduan aluminium terdiri dari dua jenis yaitu yang dapat di heat treatable dan nonheat treatable. Aluminium 5083 merupakan paduan aluminium yang memiliki ketahanan korosi dan kemampuan las yang baik serta memiliki kekuatan tinggi, sehingga aluminium jenis ini banyak diaplikasikan untuk pembuatan bejana tekan temperatur rendah, tangki BBM, rig pengeboran, gerbong kereta api, cano, struktur pesawat seperti sayap dan badan pesawat, struktur rangka bangunan serta konstruksi kapal pesiar [9].

Penelitian mengenai pengaruh temperatur preheat pada pengelasan material aluminium telah banyak dilakukan, di antaranya; penelitian oleh [10] menemukan bahwa distorsi dan tegangan sisa pada pengelasan material aluminium paduan dapat dikurangi dengan melalui proses preheat terlebih dahulu dengan suhu sekitar 200°C. Preheat pada Aluminium paduan 3003 dapat meningkatkan kekuatan tarik Aluminium paduan 3003, namun juga berpengaruh terhadap bentuk struktur mikro Aluminium paduan 3003. Hasil dari penelitian tersebut menyimpulkan bahwa hasil terbaik pada suhu preheat 200°C dimana parameter suhu preheat 100°C, 150°C dan 200°C [11].

[12] yang meneliti tentang pengaruh suhu preheat pada material aluminium paduan 6061-T6 dengan menggunakan variasi suhu preheat yaitu 100°C, 150°C, 200°C menyimpulkan bahwa perlakuan preheat dapat meningkatkan kekuatan tarik aluminium 6061-T6 dan menghasilkan perubahan struktur mikro aluminium 6061-T6 yang ditandai dengan pembesaran butiran pada daerah HAZ dan logam induk serta pembesaran dendrit pada logam las.

[13] melakukan penelitian menggunakan perlakuan preheat (pemanasan awal) pada material aluminium 5083 dengan temperatur preheat maksimal yaitu 80 °C dan temperatur interpass 150 °C menunjukkan hasil bahwa perlakuan preheat berpengaruh terhadap kekuatan hasil (yield strength) sehingga nilainya lebih stabil. Preheat maupun pengelasan ulang dapat menyebabkan penurunan kekerasan material aluminium 5083, namun tidak terlalu signifikan.

Aluminium 5083 merupakan jenis paduan yang tergolong nonheat treatable sehingga jarang dilakukan proses preheat (pemanasan awal) ketika akan dilakukan pengelasan. Namun, pemanasan awal pada aluminium 5083 tetap dapat dilakukan pada range temperatur tertentu [14]. Oleh karena itu, pengaturan suhu preheating menjadi sangat penting untuk dipertimbangkan dengan tujuan agar dapat diperoleh sifat fisik dan mekanik yang baik pada hasil pengelasan[15]. Berdasarkan latar belakang di atas, penulis ingin meneliti pengaruh suhu preheating terhadap kekuatan tarik aluminium 5083 pada posisi vertikal menggunakan SMAW.

II. METODE

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain las busur listrik elektroda, gergaji dan roda abrasif, dan mesin uji tarik. Las busur listrik elektroda digunakan untuk proses pengelasan aluminium 5083. Gergaji dan grinda potong logam (roda abrasif) digunakan untuk memotong plat material aluminium untuk proses pengelasan serta digunakan untuk pemotongan spesimen pada pengujian uji tarik. Mesin uji tarik digunakan untuk mengukur kekuatan dari hasil pengelasan SMAW aluminium 5083. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plat aluminium 5083. Plat aluminium 5083 yang digunakan untuk proses pengelasan memiliki ukuran lebar(W): 150 mm x panjang (L): 300 mm x tebal (T):6 mm

B. Variabel Penelitian

Variabel penelitian dalam skripsi ini terdiri dari variabel bebas, variabel terikat dan variabel terkontrol. Variabel bebasnya adalah suhu *preheating* yaitu spesimen 1 (tanpa *preheating*), spesimen 2 (suhu *preheating* 40°C) dan spesimen 3 (suhu *preheating* 80°C). Variabel terikatnya adalah uji tarik (kekuatan tarik) hasil pengelasan, serta variabel terkontrolnya adalah: aluminium 5083, jenis arus DC dengan Kuat Arus 125-170 A serta las SMAW

C. Analisis Data

Teknik analisis data menggunakan teknik analisis deskriptif yaitu dengan menyajikan data hasil penelitian dalam bentuk tabel ataupun grafik dan Gambar seperti yang tertera dalam rancangan pengujian. Dari data tersebut kemudian dijabarkan secara teoritis dan ditarik kesimpulan berdasarkan data hasil percobaan

D. Prosedur Penelitian

Prosedur kerja yang akan dilakukan antara lain mempersiapkan alat dan bahan pengelasan, melakukan proses pengelasan, serta membuat spesimen uji.

1. Menyiapkan bahan yang akan dilas yaitu aluminium 5083 dengan ukuran lebar(W): 150 mm x panjang (L): 300 mm x tebal (T): 6 mm
2. Membersihkan alur las dengan sikat untuk menghilangkan oksida aluminium yang dapat menurunkan kekerasan

aluminium.

3. Memeriksa kelurusan aluminium 5083 dan memasang *stopper*.
4. Menyiapkan mesin las SMAW sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.
5. Menyiapkan *oxygen acetylene gas* dan *torch* untuk aplikasi *preheating* dengan variasi perlakuan yaitu tanpa *preheat*, suhu *preheat* 40°C dan suhu *preheat* 80 °C
6. Melakukan proses pengelasan
7. Setelah proses pengelasan selesai, aluminium 5083 hasil pengelasan dipotong untuk spesimen uji.
8. Pemotongan specimen uji mengikuti standar yang telah ditentukan
9. Melakukan pengujian hasil lasan.
10. Pengujian dilakukan di Laboratorium Pemesinan dan Metalurgi Politeknik Negeri Malang Jl. Soekarno Hatta No.09 Malang Jawa Timur.
11. Hasil dan pembahasan
12. Penutup kesimpulan dan saran

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian tarik

Pengujian tarik dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik (Gambar 4.1) Pengujian dilakukan pada spesimen hasil pengelasan pada material aluminium 5083 yang dibentuk berdasarkan standard ASTM E8-09.



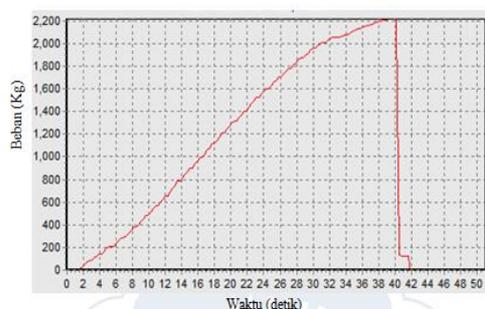
Gambar 1. Mesin Uji Tarik

B. Hasil uji tarik

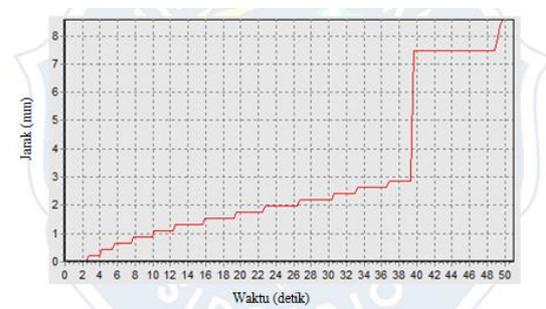
Pengujian tarik menggunakan 3 macam perlakuan yaitu spesimen 1 (tanpa *preheating*), spesimen 2 (suhu *preheating* 40°C), dan spesimen 3 (suhu *preheating* 80°C) masing-masing perlakuan menggunakan dua spesimen uji. Data hasil pengujian tarik secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 3-5. Hasil pengujian tarik disajikan dalam bentuk grafis berdasarkan perbandingan berat beban (kg) terhadap waktu (detik), perbandingan jarak (mm) terhadap waktu serta perbandingan berat beban dengan jarak atau grafik tegangan-regangan.

C. Hasil pengujian tarik spesimen I tanpa *preheating*

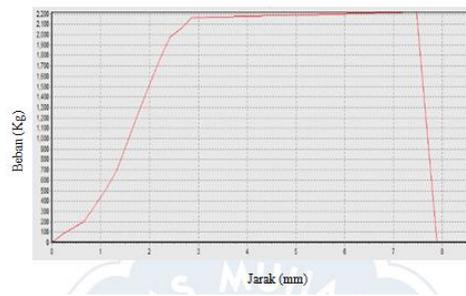
Hasil pengujian tarik spesimen 1 tanpa *preheating* disajikan pada Gambar 2 hingga 4 dibawah ini:



Gambar 2. Grafik Beban Terhadap Waktu
Spesimen 1 tanpa *Preheati*



Gambar 3. Grafik Jarak Terhadap Waktu
Spesimen 1 Tanpa *Preheating*

Gambar 4. Grafik Beban Terhadap Jarak Spesimen 1 Tanpa *Preheating*

Hasil gaya maximum force yang didapat sebesar 2218 kgf dengan data yang diketahui:

$$L_0 = 12 \text{ mm}$$

$$L_i = 19,47 \text{ mm}$$

$$A = 72 \text{ mm}^2$$

$$f = 2218 \text{ kgf} \times 9,8 \text{ N} = 21736,4 \text{ N}$$

Berdasarkan data spesimen aluminium 5083 maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tegangan

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

$$\sigma =$$

$$21736,4 \text{ N}$$

$$= 301,894 \text{ MPa}$$

Regangan

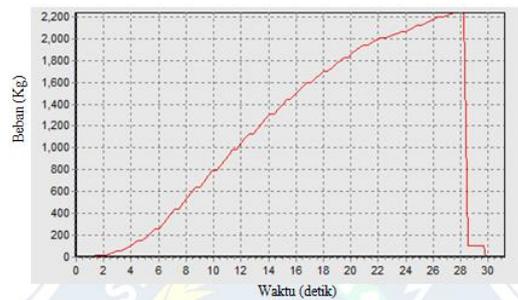
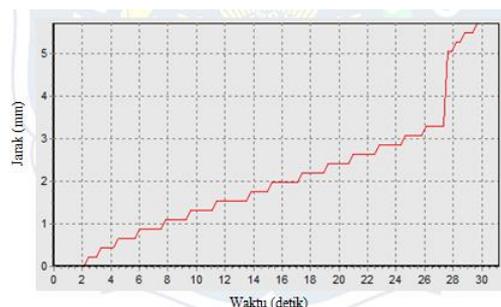
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

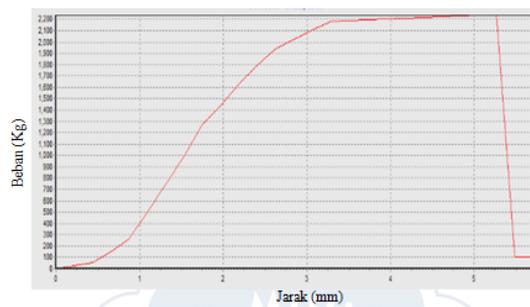
$$\varepsilon = \frac{7,47 \text{ mm}}{12 \text{ mm}}$$

$$= 0,623.$$

D. Hasil pengujian tarik spesimen II suhu *preheating* 40°C

Hasil pengujian tarik spesimen 2 suhu *preheating* 40°C disajikan pada Gambar 5 hingga 7 dibawah ini:.

Gambar 5. Beban Terhadap Waktu Spesimen 2 Suhu *Preheating* 40°CGambar 6. Grafik Jarak Terhadap Waktu Spesimen 2 Suhu *Preheating* 40°C



Gambar 7. Grafik Beban Terhadap Jarak Spesimen 2 Suhu *Preheating* 40°C

Tekstur Hasil gaya maximum force yang didapat sebesar 2237,4 kgf dengan data yang diketahui:

$$L_0 = 12 \text{ mm}$$

$$L_i = 17,05 \text{ mm}$$

$$A = 72 \text{ mm}^2$$

$$f = 2237,4 \text{ kgf} \times 9,8 \text{ N} = 21926,52 \text{ N}$$

Berdasarkan data spesimen aluminium 5083 maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tegangan

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

$$\sigma =$$

$$21926,52 \text{ N}$$

$$= 304,535 \text{ MPa}$$

Regangan

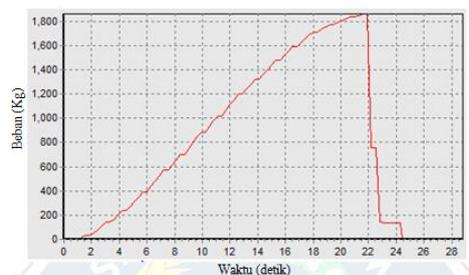
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\varepsilon = \frac{5,05 \text{ mm}}{12 \text{ mm}}$$

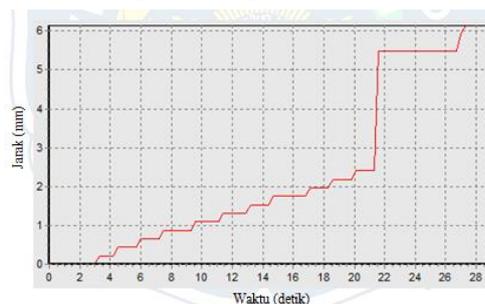
$$= 0,421.$$

E. Hasil pengujian tarik spesimen III suhu *preheating* 80°C

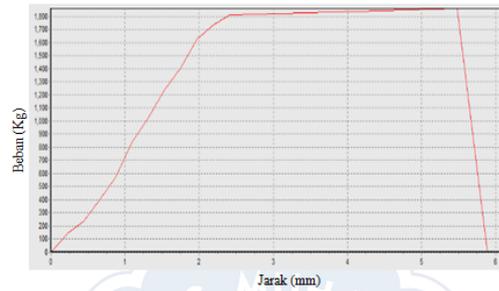
Hasil pengujian tarik spesimen 3 suhu *preheating* 80°C disajikan pada Gambar 8 hingga 10 dibawah ini.



Gambar 8. Grafik Beban Terhadap Waktu Spesimen 3 Suhu *Preheating* 80°C



Gambar 9. Grafik Jarak Terhadap Waktu Spesimen 3 Suhu *Preheating* 80°C



Gambar 10. Grafik Beban Terhadap Jarak Spesimen 3 Suhu *Preaheating* 80°C

Tekstur Hasil gaya maximum force yang didapat sebesar 1862,6 kgf dengan data yang diketahui:

$$L_0 = 12 \text{ mm}$$

$$L_i = 17,48 \text{ mm}$$

$$A = 72 \text{ mm}^2$$

$$f = 1862,6 \text{ kgf} \times 9,8 \text{ N} = 18253,48 \text{ N}$$

Berdasarkan data spesimen aluminium 5083 maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tegangan

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

$$\sigma =$$

$$18253,48 \text{ N}$$

$$= 253,521 \text{ MPa}$$

Regangan

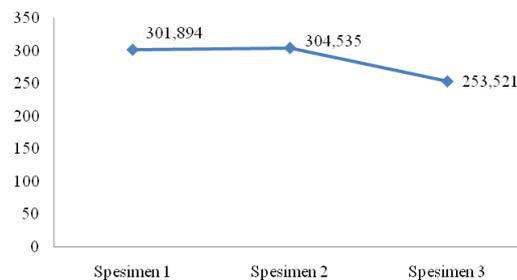
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\varepsilon = \frac{5,48 \text{ mm}}{12 \text{ mm}}$$

$$= 0,457.$$

F. Grafik tegangan 3 spesimen

Dari hasil grafik tegangan 3 spesimen uji di dapatkan grafik perbandingan data tegangan 3 spesimen aluminium 5083. Data tegangan tertinggi pada spesimen 2 (suhu *preheating* 40°C) yaitu 304,535 MPa, diikuti spesimen 1 (tanpa *preheating*) yaitu 301,894 MPa, dan terendah adalah spesimen 3 (suhu *preheating* 80°C) yaitu 253,521 MPa. Grafik tegangan 3 spesimen dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Perbandingan Tegangan 3 Spesimen (Spesimen 1= tanpa *preheating*, Spesimen 2 = suhu *preheating* 40°C, Spesimen 3 = suhu *preheating* 80°C)

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa nilai kekuatan tarik pada spesimen tanpa *preheating* yaitu sebesar 301,894 MPa dan mengalami peningkatan kekuatan tarik sebesar 8,748% pada spesimen dengan suhu *preheating* 40°C menjadi 304,535 MPa, namun mengalami penurunan kekuatan tarik sebesar 16,023% pada spesimen dengan suhu *preheating* 80°C menjadi 253,521 MPa. Hal ini diduga karena pada dasarnya aluminium 5083 merupakan jenis

paduan aluminium yang *non-heat treatable alloys* dimana aluminium jenis ini tidak dapat diperlakukan panas, sehingga ketika dilakukan proses *preheating* dengan suhu diatas 40°C justru dapat mengurangi kekuatannya.

Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian (12) yang melaporkan bahwa kekuatan baja karbon dengan temperatur *preheat* 200°C memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi dan menurun seiring dengan semakin besar temperatur *preheat* yang diberikan. Lebih lanjut (4) menyebutkan bahwa secara umum, variasi suhu *preheating* dapat meningkatkan kekuatan tarik plat baja ASTM A36, namun pada suhu *preheating* yang lebih tinggi justru kekuatan tariknya mengalami penurunan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang diperoleh dari uji tarik, nilai kekuatan tarik tertinggi pada pengelasan aluminium 5083 dengan suhu *preheating* 40oC yaitu 304,535 MPa dan nilai kekuatan tarik terendah yaitu untuk pengelasan dengan suhu *preheating* 80oC yaitu 253,521 MPa. Kekuatan tarik pada spesimen tanpa *preheating* yaitu sebesar 301,894 MPa dan mengalami peningkatan kekuatan tarik sebesar 8,748% pada spesimen dengan suhu *preheating* 40oC menjadi 304,535 MPa, namun mengalami penurunan kekuatan tarik sebesar 16,023% pada spesimen dengan suhu *preheating* 80oC menjadi 253,521 MPa.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikn ilmu dan wawasan yang bermanfaat serta para rekan aslab dan juga teman-teman yang telah membantu untuk menyelesaikan penelitian ini.

VI. REFERENSI

- [1] I. A. Kuntar, "Studi Eksperimental Friction Stir Welding Aluminium 5083 dengan Variasi Kecepatan Putaran dan Kemiringan Tool," Master's thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2016.
- [2] R. Harsono, S. M. Respati, and H. Purwanto, "Analisis Pengelasan SMAW Tegangan DC terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan, Foto Makro, dan Mikro pada Stainless Steel 304," *Jurnal Momentum*, vol. XV, pp. 58-63, 2019.
- [3] M. Darsin, S. Junusii, and Y. I. Triawan, "Analisa sifat mekanik dan struktur mikro paduan Aluminium 5083 akibat pengelasan metal inert gas (MIG) dengan variasi *preheat* dan *post heat*," *Jurnal ROTOR*, vol. 3, no. 2, pp. 67-74, 2010.
- [4] B. Bagus, S. M. Respati, and M. Dzulfikar, "Pengaruh Posisi Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik, Foto Makro dan Mikro pada Baja ST 37 dengan Pengelasan SMAW untuk Rangka Billboard," *Jurnal Momentum*, vol. XV, no. 2, pp. 132-136, 2019.
- [5] A. Rifaldi, A. U. Ryadin, and A. R. Hakim, "Pengaruh suhu *Preheating* Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Pelat Baja ASTM A36 pada Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW)," *Jurnal Sigma Teknik*, vol. IV, no. 1, pp. 81-90, 2021.
- [6] E. Gunawan, D. Perdana, and M. Subekti, "Analisa Pengaruh Variasi Tipe Sambungan Terhadap Sifat Mekanis pada Pembuatan Tangki BBM dari Bahan Aluminium Dilakukan Dua Welder Secara Bersamaan dengan Menggunakan Pengelasan GTAW," *Jurnal Seniati*, 2019.
- [7] D. Radaj, "Heat Effects of Welding," Berlin: Springer-Verlag, 1992.
- [8] R. C. Kusuma, S. Jokosisworo, and A. W. B. Santosa, "Analisis Perbandingan kekuatan tarik, impak, tekuk dan mikrografi aluminium 5083 Pasca pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) dengan Media pendingin air laut dan oli," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 5, no. 4, 2017.
- [9] Teng and Lin, "Effect of Welding Conditions on Residual Stresses due to Butt Welds," *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, vol. LXXV, pp. 857-864, 1998.
- [10] N. Ahmadi, "Pengaruh Suhu *Preheat* dan Variasi Arus Pada Hasil Las Tig Aluminium Paduan terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan," *Jurnal Angkasa*, vol. VIII, no. 1, pp. 159-166, 2016.
- [11] Sirama, "Pengaruh *Preheat* terhadap Laju Perambatan Retak Fatik Sambungan Las TIG pada Pengelasan Aluminium Paduan 6061-T6," 2014.
- [12] U. Prasmayobi, "Studi Kekuatan Bending Dan Kekerasan Pada Pengelasan Aluminium Dengan Menggunakan Las Smaw (Shielded Metal Arc Weling)," Skripsi, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo, 2016.
- [13] P. Wibowo, "Analisis Pengaruh *Preheat* atau Pemanasan Awal Terhadap Hasil Pengelasan Ulang Aluminium 5083 Ditinjau dari Sifat Mekanik dan Metalurgi pada Lambung Kapal," Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.

- [14] S. N. Hidayat, "Pengaruh Suhu Preheat Terhadap Sifat Mekanis (Tarik, Kekerasan) dan Struktur Mikro Sambungan Butt Joint Dengan Pengelasan SMAW Pada Baja Karbon," Yogyakarta: Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, 2016.
- [15] D. Y. Akbar, Wartono, and D. R. Hartana, "Pengaruh Temperatur Preheat terhadap Sifat Mekanis Las SMAW pada Baja Karbon," Jurnal Cendekia Mekanika, vol. I, no. 1, pp. 47-56, 2020.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.