

Pengaruh Parameter Proses Underwater Friction Stir Welding (UFSW) pada Aluminium AA5083 terhadap Kekuatan Tarik Sambungan dan Microstruktur

Oleh:

Andi Fathurraihan Said (221020200075)

Dosen Pembimbing: Dr. Mulyadi, ST., MT

Prodi Teknik Mesin Fakultas Sains Dan Teknologi

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

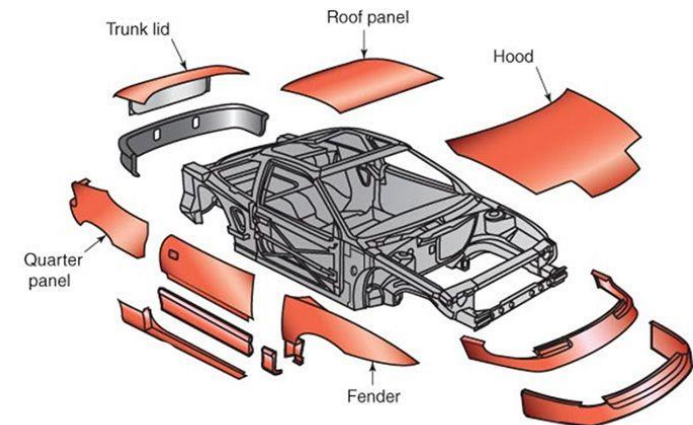
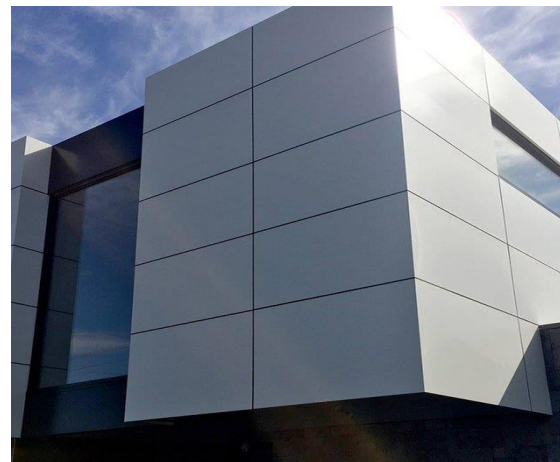
Januari, 2026



Pendahuluan

Underwater Friction Stir Welding (UFSW) merupakan metode pengelasan keadaan padat (*solid-state welding*), yaitu proses penyambungan yang dilakukan tanpa meleburkan material dasar. Panas dihasilkan dari gesekan antara tool yang berputar dan material, sehingga material melunak dan menyatu melalui deformasi plastis. Karena tidak terjadi peleburan, metode ini mampu meminimalkan cacat las seperti porositas, retak, dan distorsi termal dibandingkan pengelasan konvensional.

Aluminium AA5083 merupakan paduan aluminium seri 5000 yang memiliki kekuatan mekanik tinggi serta ketahanan korosi yang sangat baik, khususnya di lingkungan laut. Oleh karena itu, material ini banyak digunakan pada konstruksi kapal, struktur lepas pantai, dan komponen maritim lainnya terlihat pada Gambar di bawah. Namun, AA5083 termasuk paduan non-heat treatable sehingga sifat mekaniknya sangat sensitif terhadap proses termomekanik selama pengelasan.



Rumusan Masalah

- ❑ Bagaimana pengaruh parameter proses *Underwater Friction Stir Welding (UFSW)* terhadap kekuatan Tarik.
- ❑ Bagaimana pengaruh parameter proses *Underwater Friction Stir Welding (UFSW)* terhadap microstruktur.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh parameter proses *Underwater Friction Stir Welding (UFSW)* terhadap kekuatan Tarik.
2. Mengetahui pengaruh parameter proses *Underwater Friction Stir Welding (UFSW)* terhadap microstruktur.

Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada tinggi perendaman spesimen yang dijaga konstan, penggunaan satu tool untuk setiap spesimen, serta pengukuran temperatur menggunakan thermocouple pada titik yang sama dengan toleransi selisih posisi. Selain itu, analisis hanya difokuskan pada parameter proses UFSW tertentu, uji tarik sebagai pengujian mekanik utama, dan pengamatan mikrostruktur pada zona sambungan.

Tujuan Penelitian

kekuatan tarik (**tensile shear strength**) sambungan las, yaitu besarnya gaya maksimum yang dapat ditahan oleh sambungan sebelum mengalami kegagalan.

Mikrostruktur
mengamati
karakteristik patahan

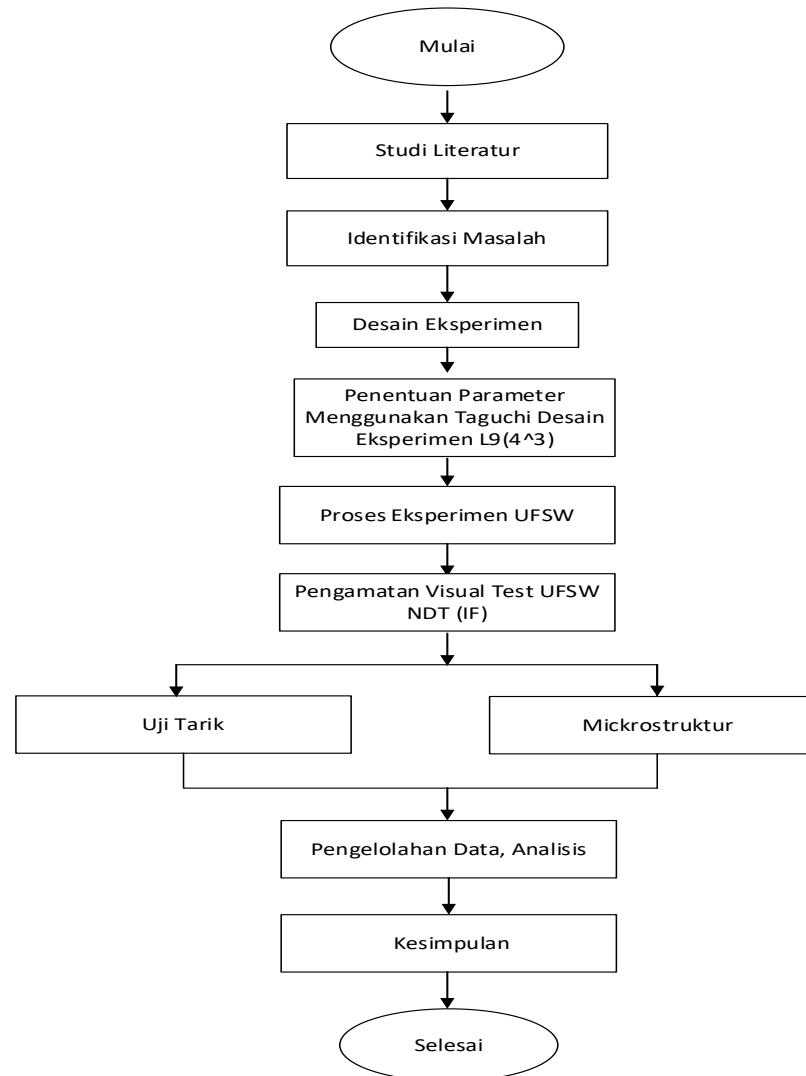
Penelitian Terdahulu

Friction stir welding of aluminium alloy 6082-T6 using eccentric shoulder tools to eliminate the need for tool tilting

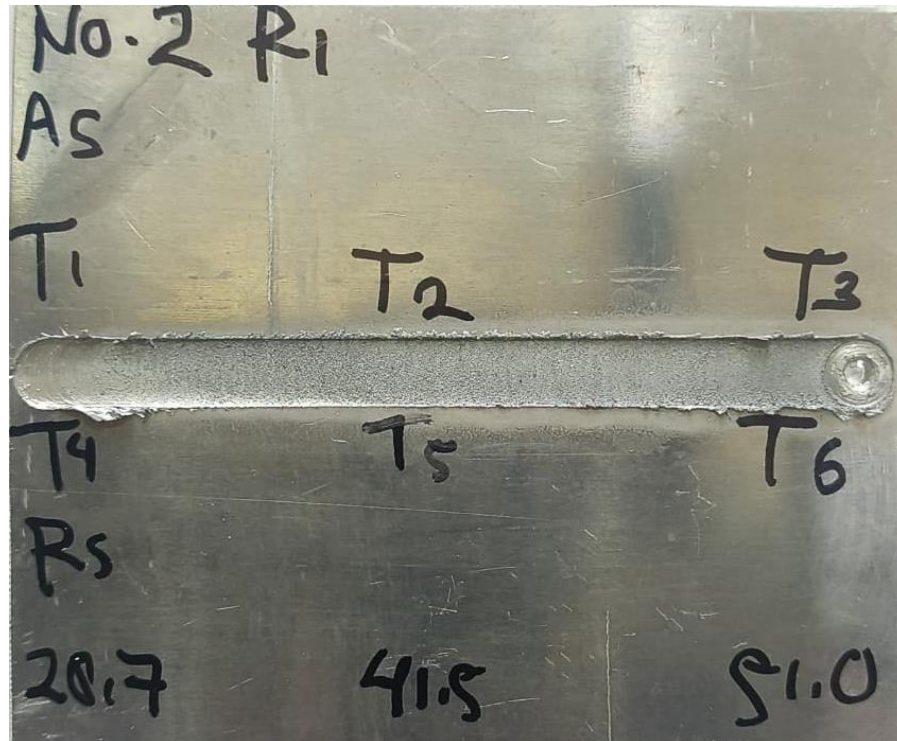
- (A. Essa., 2025)

Penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan shoulder eksentrik dapat menjadi alternatif yang efektif untuk meningkatkan kualitas sambungan FSW, mengurangi kebutuhan akan parameter tambahan seperti kemiringan alat, dan meningkatkan efisiensi proses.

Diagram Alir Penelitian



Hasil Pengelasan



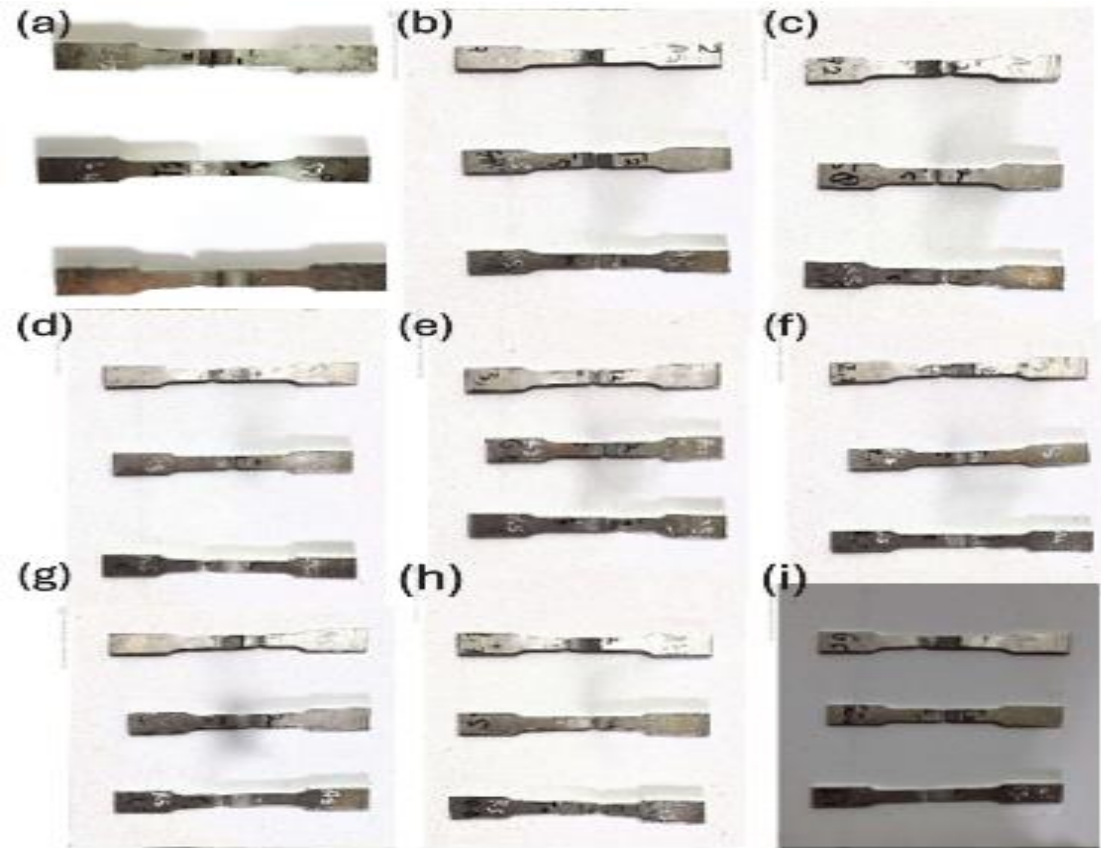
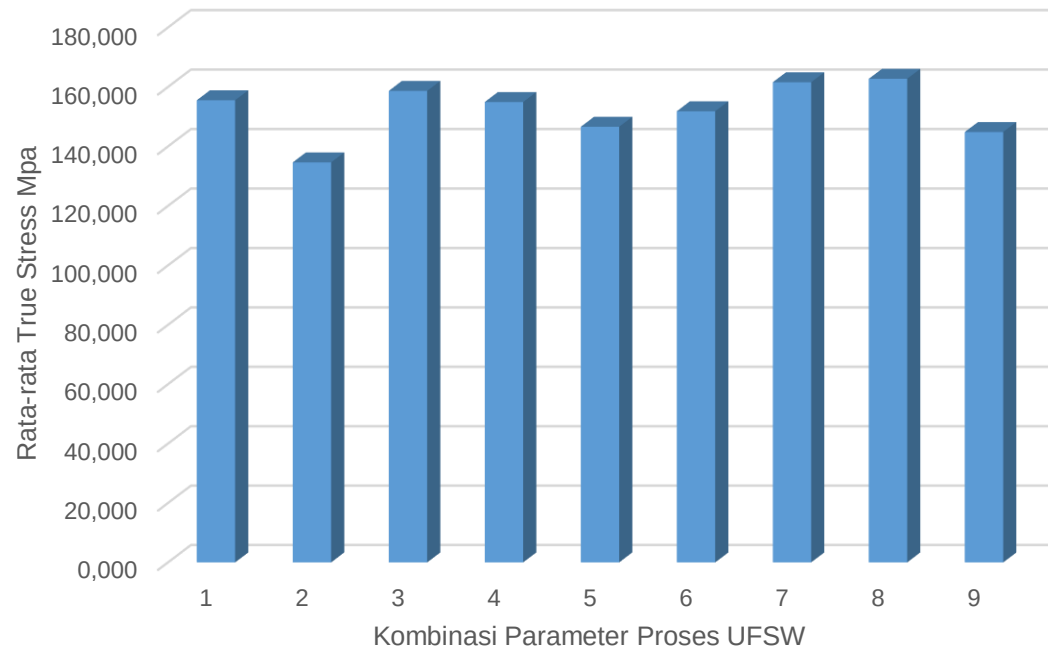
CS Dipindai dengan CamScanner

Data Hasil Eksperimen dan validasi

No. SPC	N (rpm)	WS (mm/min)	TL (°)	T (°C)	Level		
					R1	R2	R3
1	1283	43	2	8	143,776	147,761	175,059
2	1283	54	2.5	29	133,767	143,312	126,822
3	1283	65	3	60	168,883	142,652	164,509
4	1866	43	2.5	60	164,682	134,471	165,649
5	1866	54	3	8	164,183	109,433	166,210
6	1866	65	2	29	160,513	132,811	162,164
7	3000	43	3	29	155,621	161,479	167,621
8	3000	54	2	60	163,033	161,655	163,546
9	3000	65	2.5	8	166,119	104,830	163,627

No. SPC	N (rpm)	WS (mm/min)	TL (°)	T (°C)	Level			
					R1	R2	R3	R4
1	2368	47,1	2,9	50	170,161	165,706	167,263	114,264

Hasil Grafik



Hasil Pengujian Tarik

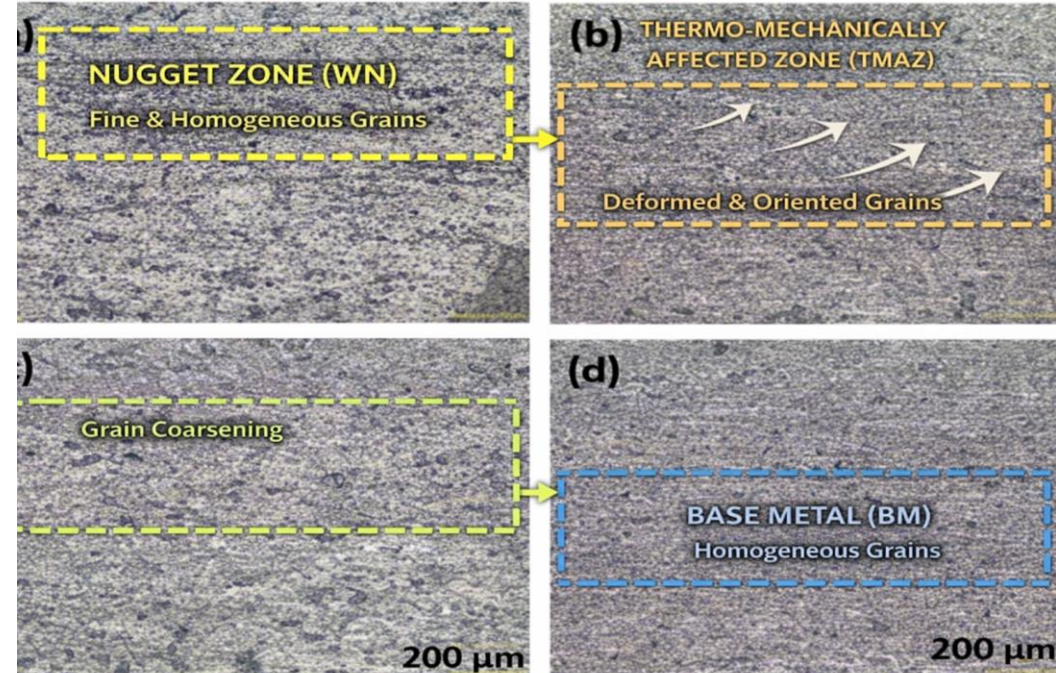
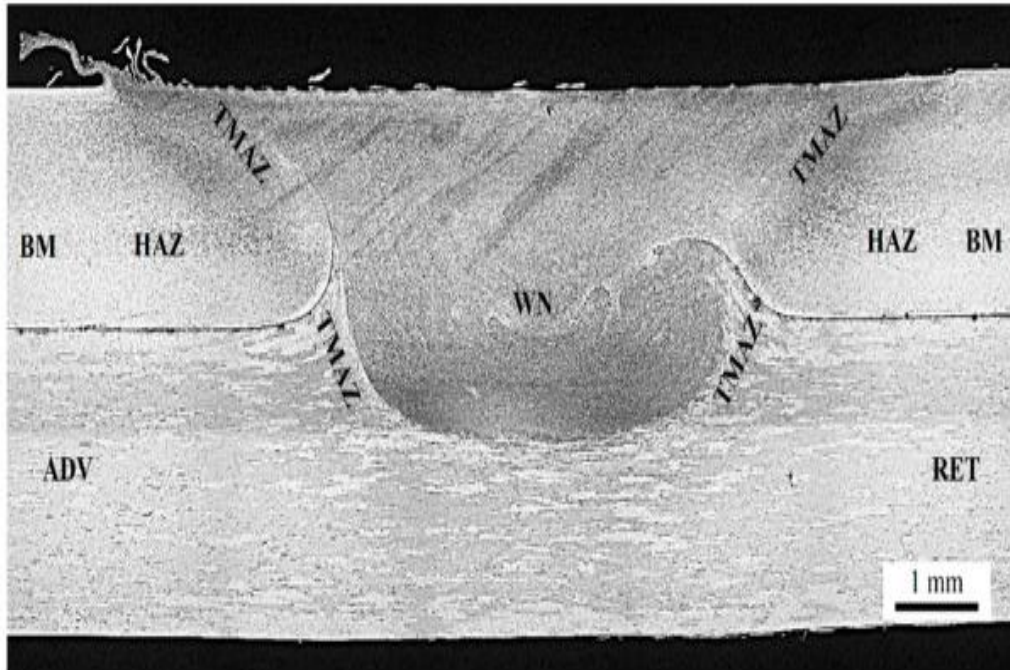
(a)



(b)



Microstruktur



Analisis Statistik

Analysis of Variance for SN ratios (DOE)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
N	2	0,1771	0,1771	0,08857	0,15	0,873
WS	2	0,7115	0,7115	0,35576	0,59	0,631
T	2	1,2946	1,2946	0,64730	1,06	0,484
Residual Error	2	1,2159	1,2159	0,60796		
Total	8	3,3992				

Analisis General Linear Model (ANOVA)

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
N	2	75,95	11,63%	75,95	37,98	0,41	0,709
WS	2	132,71	20,32%	132,71	66,36	0,72	0,582
T	2	259,53	39,73%	259,53	129,76	1,40	0,416
Error	2	185,04	28,33%	185,04	92,52		
Total	8	653,23	100,00%				

Nilai F-Hitung dan F-Tabel

No	Parameter Proses	DF	Adj MS Faktor	Adj MS Error	F-Hitung	F-Tabel ($\alpha = 0,05$)	Keputusan
1	Kecepatan Putar Tool (N)	2	37,98	92,52	0,41	19,00	Ho Diterima
2	Kecepatan Pengelasan (WS)	2	66,36	92,52	0,72	19,00	Ho Diterima
3	Temperatur Media Pendingin (T)	2	129,76	92,52	1,40	19,00	Ho Diterima

Referensi

- [1] M. Sarifudin and P. H. Tjahjanti, “Karakteristik Pengelasan Shield Metal Arc Welding (SMAW) dan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) pada Plat Stainless Steel 201 di Tabung Air Minum,” *Innov. Technol. Methodical Res. J.*, vol. 3, no. 1, p. 10, 2024.
- [2] S. T. Mulyadi and I. Iswanto, “Teknologi Pengelasan,” 2020, *Umsida Press*.
- [3] G. Nursafitri, A. Dwi, and N. Indriawan, “Mini Review : Analysis of The Influence of Work Environment on SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Results,” vol. 23, no. 1, 2025.
- [4] H. S. Abadi *et al.*, “Pengaruh Variasi Sudut Kampuh dan Kuat Arus Pengelasan Hasil Las SMAW Baja SS400 untuk Bahan Bejana Tekan terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Politeknik Negeri Malang , Indonesia Arus SMAW terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Baja Konstruksi IWF JIS G3101 SS400 ”,” vol. 2, no. 5, 2024.
- [5] A. S. Budi and M. Mulyadi, “Simulation of Friction Stir Welding Process Temperature Distribution on AA6061-T6 Material Static Position: Simulasi Distribusi Suhu Proses Friction Stir Welding pada Material AA6061-T6 Posisi Statis,” *Indones. J. Innov. Stud.*, vol. 13, pp. 10–21070, 2021.
- [6] H. Zhang and H. Liu, “Characteristics and Formation Mechanisms of Welding Defects in Underwater Friction Stir Welded Aluminum Alloy,” *Metallogr. Microstruct. Anal.*, vol. 1, no. 6, pp. 269–281, 2012, doi: 10.1007/s13632-012-0038-4.
- [7] R. Silalahi, D. Prayitno, and S. Annas, “Studi Friction Stir Welding (Fsw) Pada Lembaran Al 5083 Dan Al 6061,” *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 2, p. 2023, 2023, [Online]. Available: <http://ejournal2.uika-bogor.ac.id/index.php/ame/index>
- [8] C. H. Chien, W. B. Lin, and T. Chen, “Optimal FSW process parameters for aluminum alloys AA5083,” in *Journal of the Chinese Institute of Engineers, Transactions of the Chinese Institute of Engineers, Series A*, Taylor and Francis Ltd., 2011, pp. 99–105. doi: 10.1080/02533839.2011.553024.
- [9] B. T. Pengelasan, U. Friction, and S. Welding, *Teknologi Pengelasan Underwater Friction Stir Welding : Teori , Praktik , dan Aplikasi pada Material Aluminum Alloy*.
- [10] M. A. I. Muslim and I. Iswanto, “Effect of Welding Parameters on Friction Stir Welding on the Mechanical Properties of Polyethylene Type Polymers: Pengaruh Parameter Pengelasan Pada Friction Stir Welding Terhadap Sifat Mekanik Polimer Jenis Polyethylene,” 2023.
- [11] R. Padmanaban, V. Ratna Kishore, and V. Balusamy, “Numerical simulation of temperature distribution and material flow during friction stir welding of dissimilar aluminum alloys,” *Procedia Eng.*, vol. 97, pp. 854–863, 2014, doi: 10.1016/j.proeng.2014.12.360.

- [12] D. H. Ahmed and R. Y. Oraby, “Review of Underwater Friction Stir Welding : Analysis of Joint Mechanical and Microstructure , Properties and Process Modeling,” pp. 18–21, doi: 10.31031/EME.2024.05.000614.
- [13] *Structure and Properties of Aluminium Alloys.*
- [14] D. M. Fouad, W. H. El-garaihy, M. M. Z. Ahmed, I. Albaijan, M. M. E. Seleman, and H. G. Salem, “Multi-Channel Spiral Twist Extruded AA5083,” pp. 1–19, 2021.
- [15] Y. Zhao, Q. Lu, Q. Wang, D. Li, F. Li, and Y. Luo, “Corrosion Behavior of Homogenized and Extruded 1100 Aluminum Alloy in Acidic Salt Spray,” 2024.
- [16] A. K. Jassim and R. K. Al-Subar, “Studying the Possibility to Weld AA1100 Aluminum Alloy by Friction Stir Spot Welding,” *Int. J. Mater. Metall. Eng.*, vol. 11, no. 9, p. 660, 2017, doi: 10.5281/zenodo.1132443.
- [17] J. Kumar, S. Majumder, A. K. Mondal, and R. K. Verma, “Influence of rotation speed, transverse speed, and pin length during underwater friction stir welding (UW-FSW) on aluminum AA6063: A novel criterion for parametric control,” *Int. J. Light. Mater. Manuf.*, vol. 5, no. 3, pp. 295–305, 2022, doi: 10.1016/j.ijlmm.2022.03.001.
- [18] M. F. Subkhan and M. Mulyadi, “Confirmation Experiment of Friction Stir Welding Process on Aluminum Alloy Aa-6061-T6561 on Tensile Strength and Weld Penetration: Eksperimen Konfirmasi Proses Friction Stir Welding pada Material Alumunium Alloy Aa-6061-T6561 Terhadap Kekuatan Tarik dan Penetrasi Las”.
- [19] B. Istrate and B. Sbarcea, “Correlation between Mechanical Properties — Structural Characteristics and Cavitation Resistance of Rolled Aluminum,” 2023.
- [20] F. O. Dayera, Musa Bundaris Palungan, “G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan,” *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 186–195, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.uniramalang.ac.id/index.php/g-tech/article/view/1823/1229>
- [21] Iswanto, P. H. Tjahjanti, Mulyadi, and M. Baiturrohman, “Optimizing tool angle and feeding motion to reduce wear in lathe machining: Experimental findings,” in *AIP Conference Proceedings*, AIP Publishing LLC, 2024, p. 40017.
- [22] M. A. Rozzaq, M. Mulyadi, M. I. Mauliana, R. Firdaus, and M. I. Khamidovna, “Comparing mesh models for optimal FSW process temperature,” in *AIP Conference Proceedings*, AIP Publishing LLC, 2026, p. 40029.
- [23] Y. N. Zhang, X. Cao, S. Larose, and P. Wanjara, “Review of tools for friction stir welding and processing,” *Can. Metall. Q.*, vol. 51, no. 3, pp. 250–261, 2012, doi: 10.1179/1879139512Y.0000000015.
- [24] M. H. Firmansyah and I. Iswanto, “Influence of Parameters on The Mechanical Strength of Friction Stir Welding in High Density Polyethylene: Pengaruh Parameter terhadap Kekuatan Mekanik Pengelasan Friction Stir Welding pada High Density Polyethylene,” 2024.
- [25] B. Prabandono, A. P. Kartika Santosa, D. P. Ardani, A. Kurniawan, and M. Yusuf, “Analisis Pengujian Tarik dan Sebaran unsur pada Pengelasan Aluminium – Mild Steel menggunakan Metode Cold Metal,” *Quantum Tek. J. Tek. Mesin Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–6, 2022, doi: 10.18196/jqt.v4i1.16092.
- [26] R. Pippan, S. Wurster, and D. Kiener, “Fracture mechanics of micro samples: Fundamental considerations,” *Mater. Des.*, vol. 159, pp. 252–267, doi: 10.1016/j.matdes.2018.09.004.

