
ANALISA KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN PADA PENGELASAN ALUMINIUM A7075 DENGAN METODE GTAW MENGGUNAKAN FILLER ER 4043

Surya Dharma, Sarjianto, Rihat Sebayang, Suherman, Ilmi Abdullah

Politeknik Negeri Medan, Jl Almamater No 1 USU Kampus, Medan, 20155

E-mail: sury4_m3@yahoo.com

Abstract

Aluminum alloy AA7075 has a wide range of applications in the defense and aerospace industries, including for the manufacture of fuel tanks. The purpose of this study was to determine the effect of filler metal ER 4043 on the AA 7075 alloy using the GTAW welding method. The test coupon of an aluminum plate measuring 150 x 150 mm with a thickness of 6 mm is made V-sealed with 2-layer welding. Furthermore, the welded aluminum plate is cut to make a test specimen for composition, hardness, tensile strength and bending strength. The results of this study indicate that the use of low current (140 A) causes imperfections in the interun fusion welding, causing fracture in the weld area due to the applied load during tensile loading. The existence of defects in the curved test specimen with a length of 2-3 mm causes the welding with a current of 140 A to not meet the acceptance criteria. The hardness value in the weld area increased slightly compared to the base metal and experienced a slight decrease in the Haz area.

Abstrak

Aluminium paduan AA7075 memiliki berbagai macam aplikasi dalam bidang industry pertahanan dan dirgantara, termasuk untuk pembuatan tangki bahan bakar. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh *filler metal ER 4043* pada paduan AA 7075 menggunakan metode pengelasan GTAW. *Test coupon* plat aluminium berukuran 150 x 150 mm dengan ketebalan 6 mm dibuat kampuh V dengan pengelasan 2 layer. Selanjutnya plat aluminium yang telah dilas dipotong untuk membuat specimen uji komposisi, kekerasan, kekuatan tarik serta kekuatan lengkung. Hasil penelitian ini menunjukkan penggunaan arus yang rendah (140 A) menyebabkan ketidak sempurnaan pengelasan *interun fusion* sehingga menyebabkan patah pada daerah las akibat beban yang diberikan saat pembebanan tarik. Adanya cacat pada specimen uji lengkung sepanjang 2-3 mm menyebabkan pengelasan dengan arus 140 A belum memenuhi standar kriteria penerimaan (*acceptance criteria*). Nilai kekerasan pada daerah las sedikit meningkat dibanding logam induk dan mengalami sedikit penurunan pada daerah Haz.

Kata kunci; Aluminium A 7075, GTAW, ER4043, Pengujian Tarik

1. PENDAHULUAN

Aluminium paduan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti dalam bidang Dirgantara dan pertahanan (Aravind dan Das, 2020), bidang pengemasan, teknologi elektronik, struktur, energi angin dan matahari (Varshney & Kumar, 2021). Aluminium umumnya dikenal sebagai bahan ringan, ketahanan dan ketahanan korosi yang baik (C. Zhang dkk., 2020);(Aravind & Das, 2020), keunggulan spesifik yang tinggi, konduktivitas yang baik, dan sifat ramah lingkungan (Aravind dan Das, 2020);(Mehdi dan Mishra, 2020a).

Paduan aluminium seri A7075 digunakan secara ekstensif di industri dirgantara. Paduan seri 7xxx dapat diolah dengan panas dengan kekuatan tarik tertinggi 32 hingga 88 Psi. Paduan ini sering digunakan dalam aplikasi berkinerja tinggi seperti pesawat terbang (gambar 2.1), dirgantara dan perlengkapan olahraga kompetitif (Sivashanmugam dkk., 2010)



Gambar 1 penerapan aluminium paduan A 7075 (Mathers, 2002)

Beragam komponen untuk aplikasi penerbangan dan industri transportasi perlu menggunakan pengelasan fusi, di mana masukan panas dari pengelasan siklus termal menyebabkan transformasi mikrostruktur dan mengurangi karakteristik mekanik dan kimia pada sambungan las Aluminium (Montoya dkk., 2019). Paduan aluminium berkekuatan tinggi AA 7075-T6 telah banyak digunakan di struktur pesawat. Untuk meningkatkan ketahanan korosi dan keamanan struktur pesawat, sistem pelapisan telah banyak digunakan untuk melindungi paduan aluminium dari korosi (Zhang dkk., 2019).

Proses GTAW disebut juga dengan pengelasan elektroda yang habis (*non consumable*) dan sering juga disebut sebagai TIG (*tungsten inert gas*). Namun, karena campuran gas pelindung yang murni dapat digunakan untuk aplikasi tertentu, *American Welding Society (AWS)* mengadopsi pengelasan busur tungsten gas (GTAW) sebagai terminologi standar untuk proses tersebut (Suherman, 2020).

Saat ini penggunaan las *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)* atau *tungsten inert gas (TIG)* telah diterapkan dalam pembuatan tangki bahan bakar yang berukuran besar. Dalam proses ini, lembaran dan pengisi logam dipanaskan atau dilebur oleh busur (Song dkk., 2009). Sayangnya, terjadi pemadatan segregasi terjadi di zona las (WZ) dan endapan berukuran nanometer banyak berubah di daerah sambungan selama pengelasan GTAW yang tentunya mempengaruhi kekuatan las (Zhang dkk., 2020).

Kekuatan tarik pada sambungan las fusi merupakan hal yang sangat penting dalam struktur las yang kompleks dan mereka bisa memprediksi apakah struktur yang dilas dapat berfungsi dengan aman. Kurangnya fusi atau penetrasi, porositas, inklusi terak, dan retakan adalah cacat yang paling umum banyak ditemukan pada pengelasan yang mempengaruhi sifat tarik sebuah sambungan (Zhang dkk., 2019). Penambahan nanopartikel yang mengandung nanopartikel TiC selama pengelasan pada paduan AA7075 tidak hanya menunjukkan butiran bulat halus dan menghilangkan kerentanan retak panas material, tetapi juga menunjukkan kekuatan tarik yang luar biasa baik dalam perlakuan panas saat dilas maupun pasca las (Sokoluk dkk., 2019).

Yeni dkk., (2009) meneliti tiga metode pengelasan yang berbeda (FSW, TIG dan MIG) pada pengelasan Aluminium paduan AA7075 terlihat distorsi besar dengan mikrostruktur butiran bentuk *equiaxed* dan kecenderungan memiliki diameter yang lebih besar di wilayah HAZ dan daerah las dibandingkan dengan logam dasar. Sedangkan Sivashanmugam dkk., (2010) membandingkan kedua jenis metode pengelasan (GTAW dan GMAW) pada Aluminium paduan A 7075. Dimana Sambungan las yang dibuat dengan proses GMAW menghasilkan kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai GTAW dan menghasilkan Struktur butir *equiaxed* yang tersebar merata pada daerah las.

Masalah utama dalam pengelasan fusi Aluminium paduan adalah pembentukan porositas dalam logam las (*Welding Metals*), karena kelarutan hidrogen yang tinggi pada suhu tinggi dalam kondisi cair. Porositas

Test coupon aluminium A7075 yang dilas menggunakan metode GTAW sebagaimana terlihat pada gambar (2). Penggunaan arus yang rendah 140 Amper pada proses pengelasan menghasilkan lebar lasan yang tidak terlalu besar. Dari pemeriksaan secara visual tidak ditemukan adanya cacat pengelasan.



Gambar 2. Test coupon aluminium A 7075

a. *Pengujian Komposisi Kimia*

Pengujian komposisi kimia pada aluminium paduan A7075 dan daerah lasan dengan menggunakan filler ER 4043 sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2 dibawah.

Tabel 2 Komposisi kimia (%) berat logam induk dan filler metal

Material	Si	Cu	Mg	Zn	Mn	Ti	Cr	Al
A 7075	0.58	1.2	2.1	5.1	0.12	0.05	0.2	balance
ER 4043	5.3	0.025	0.05	0.1	-	0.02	-	balance

b. *Pengujian Tarik dan Lengkung*

Hasil pengujian tarik dan lengkung (*bend test*) pada logam induk dan hasil pengelasan dengan menggunakan filler ER 4043 sebagaimana ditunjukkan pada tabel (3). Nilai kekuatan tarik maksimum pada logam induk A7075 sebesar 93 MPa, sedangkan nilai kekuatan tarik maksimum pada daerah las dengan menggunakan filler ER 4043 sedikit mengalami penurunan sebesar 10% yaitu dengan nilai kekuatan tarik maksimum sebesar 84 MPa. Nilai kekuatan tarik ini masih memenuhi kriteria penerimaan (*acceptance criteria*) sesuai standar AWS. Untuk mengetahui kekuatan lengkung pada daerah permukaan las (*face*) dan pada daerah akar las (*root*) dilakukan pengujian lengkung masing-masing 2 spesimen seperti ditunjukkan pada tabel (3).

Tabel 3 Hasil pengujian Tarik dan Bending

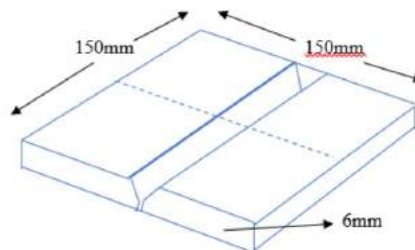
No	Material	UTS (MPa)	Bend Test	
			face	Root
1	A 7075	93	-	-
2	Filler ER 4043	84	2,1 3	3,6

Gambar (3) menunjukkan specimen uji tarik pada material logam induk aluminium A7075 dan setelah pengelasan. Specimen mengalami patah ulet pada logam induk dengan nilai terlihat pada permukaan patah yang mengalami pengecilan (*necking*). Pada specimen uji tarik pada aluminium A7075 dengan pengelasan menggunakan metode GTAW terlihat specimen mengalami kegagalan pada daerah las. Pada pengujian pada bagian *face* dan *root* masing-masing mengalami kegagalan berupa adanya cacat pada daerah las masing-masing sepanjang 2,13 mm dan 3,6 mm. Hal ini dimungkinkan karena adanya ketidaksempurnaan pengelasan yaitu *interun fusion* antara layer 1 dengan layer kedua, penyebabnya cacat ini adalah kurangnya arus pengelasan saat proses pengelasan (Suherman, 2020)..

adalah cacat yang sering ditemukan di kolom las fusi Aluminium paduan yang dilas yang dapat mengurangi sifat mekanik dari sambungan las. Oleh karena itu untuk mengetahui pengaruh jenis filler metal ER4043 terhadap mikrostruktur dan sifat mekanis (kekuatan tarik dan kekuatan lengkung) pada aluminium paduan A 7075 dengan metode pengelasan GTAW perlu diteliti lebih mendalam

2. METODE PENELITIAN

Bahan dasar aluminium paduan A7075 berbentuk pelat persegi panjang dengan dimensi 150 mm x 150 mm x 6,0 mm dibuat untuk percobaan pengelasan (Gambar 2). Komposisi kimiawi pada daerah las dan logam induk (Aluminium A7075) diukur menggunakan spectrometer analisis (Instrumen Oxford) seperti ditunjukkan pada tabel (2). Pelat aluminium tersebut dibuat konfigurasi sambungan dengan kampuh V tunggal dengan sudut alur 70°. ukuran *root face* dan celah akar masing-masing berukuran 1 dan 2 mm. Untuk menghindari ketidakejajaran logam dasar, dilakukan pengelasan tack pada kedua ujung dan di kedua sisinya.



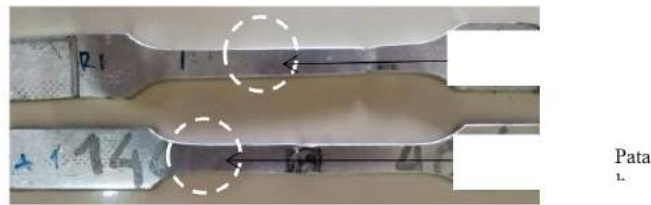
Gambar 2 bentuk kampuh las

Aluminium paduan ini dilas dengan metode GTAW dengan polaritas (DCEN) (ESAB Buddy TIG 160), parameter pengelasan yang digunakan adalah arus pengelasan dan jenis filler metal dengan jumlah lintasan dua lintasan diberikan pada tabel (1). Setelah proses pengelasan, test kupon kemudian dilakukan proses pemesinan untuk menyiapkan spesimen uji untuk menentukan struktur mikro dan sifat mekanik. Uji tarik dan uji tekuk dilakukan sesuai dengan *American Welding Standard (AWS)*. Pengujian tekuk (*bend test*) dilakukan pada permukaan dan akar logam las, uji tekuk dilakukan pada sampel masing-masing dua sampel (permukaan dan akar las) yang dimensinya 150 mm x 25 mm x 6 mm. Penguji mikro Vickers menggunakan pengukuran nilai kekerasan logam induk, *heat affected zone (HAZ)*, dan daerah pengelasan (*Weld zone*). Uji Kekerasan menggunakan uji Vickers dengan beban 100 gram dengan waktu pembebanan 10 detik (Future Tech FMX8176).

Tabel 1. parameter pengelasan

Welding parameter	
<i>Welding current/A</i>	140
<i>Welding voltage/ V</i>	12
<i>Welding Speed/ mm.s⁻¹</i>	3.5
<i>Arc length/mm</i>	1.5
<i>Tungsten electrode diameter (EWTh²)/ mm</i>	2.4
<i>Flow rate Shielding metals using pure argon (L/min)</i>	12
<i>Diameter Filler metal using type ER5356/ mm</i>	2.4

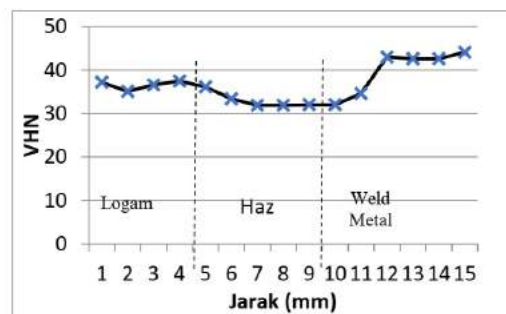
3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3. Specimen uji tarik A7075 dan ER 4043

c. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan pada daerah logam induk, daerah terpengaruh panas (*heat affected zone*) dan daerah las (*weld metal*) sebagaimana disajikan pada gambar (4) dibawah. Laju pendinginan yang cepat mempengaruhi nilai kekerasan daerah las dimana terlihat nilai kekerasan vickers daerah las mengalami sedikit peningkatan jika dibandingkan logam induk (Hima Bindu et al., 2019). Sedangkan pada daerah terpengaruh panas (Haz) sedikit menurun jika dibanding logam induk. Hal ini berkaitan dengan kecepatan pendinginan dimana pada daerah Haz merupakan daerah yang terakhir dingin akibat panas yang dihasilkan saat proses pendinginan, dimana proses pendinginan yang berjalan lambat sehingga menghasilkan butir sedikit kasar sehingga mempengaruhi nilai kekerasannya.



Gambar 4 Grafik Pengujian Kekerasan vickers

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah:

1. Nilai kekuatan tarik pada aluminium paduan A7075 yang dilas dengan menggunakan metode GTAW dengan arus 140 Ampere sedikit mengalami penurunan sebesar 10% dan patah pada daerah las yang dimungkinkan karena adanya ketidak sempurnaan *interun fusion*.
2. Kekerasan pada daerah Haz mengalami sedikit penurunan dibanding dengan logam induk sedangkan pada daerah las lebih tinggi dibanding daerah logam induk dan Haz.

DAFTAR PUSTAKA

- Aravind, S., & Das, A. D. (2020). An examination on GTAW samples of 7-series aluminium alloy using response surface methodology. *Materials Today: Proceedings*, 37(Part 2), 614–620. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.05.623>
- Hima Bindu, A., Chaitanya, B. S. K., Ajay, K., & Sudhakar, I. (2019). Investigation on feasibility of dissimilar welding of AA2124 and AA7075 aluminium alloy using tungsten inert gas welding. *Materials Today: Proceedings*, 26(xxxx), 2283–2288. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.494>



- Mathers, G. (2002). The welding of aluminium and its alloys. In *Africa's potential for the ecological intensification of agriculture* (Vol. 53, Issue 9). Woodhead Publishing.
- Mehdi, H., & Mishra, R. S. (2020). Effect of friction stir processing on mechanical properties and heat transfer of TIG welded joint of AA6061 and AA7075. *Defence Technology*, xxx. <https://doi.org/10.1016/j.dt.2020.04.014>
- REYNA-MONTOYA, J. S., GARCÍA-RENTERÍA, M. A., CRUZ-HERNÁNDEZ, V. L., CURIEL-LÓPEZ, F. F., DZIB-PÉREZ, L. R., & FALCÓN-FRANCO, L. A. (2019). Effect of electromagnetic interaction on microstructure and corrosion resistance of 7075 aluminium alloy during modified indirect electric arc welding process. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*, 29(3), 473–484. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(19\)64956-3](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(19)64956-3)
- Sivashanmugam, M., Jothi Shanmugam, C., Kumar, T., & Sathishkumar, M. (2010). Investigation of microstructure and mechanical properties of GTAW and GMAW joints on AA7075 aluminum alloy. *Proceedings of the International Conference on Frontiers in Automobile and Mechanical Engineering - 2010, FAME-2010*, 241–246. <https://doi.org/10.1109/FAME.2010.5714843>
- Sokoluk, M., Cao, C., Pan, S., & Li, X. (2019). Nanoparticle-enabled phase control for arc welding of unweldable aluminum alloy 7075. *Nature Communications*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07989-y>
- Song, J. L., Lin, S. B., Yang, C. L., Ma, G. C., & Liu, H. (2009). Spreading behavior and microstructure characteristics of dissimilar metals TIG welding-brazing of aluminum alloy to stainless steel. *Materials Science and Engineering A*, 509(1–2), 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2009.02.036>
- Suherman. (n.d.). *Teknik Pengelasan (Menghindari Cacat Las)*. UMSU Press.
- Varshney, D., & Kumar, K. (2021). Application and use of different aluminium alloys with respect to workability, strength and welding parameter optimization. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 1143–1152. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.05.013>
- Yeni, Ç., Sayer, S., & Pakdil, M. (2009). Comparison of mechanical and microstructural behaviour of TIG, MIG and Friction Stir welded 7075 Aluminium Alloy. *Kovove Materialy*, 47(5), 341–347.
- Zhang, C., Cao, Y., Huang, G., Zeng, Q., Zhu, Y., Huang, X., Li, N., & Liu, Q. (2020). Influence of tool rotational speed on local microstructure, mechanical and corrosion behavior of dissimilar AA2024/7075 joints fabricated by friction stir welding. *Journal of Manufacturing Processes*, 49(August 2019), 214–226. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2019.11.031>
- ZHANG, D. kui, WU, A. ping, ZHAO, Y., SHAN, J. guo, WAN, Z. dong, WANG, G. qing, SONG, J. ling, ZHANG, Z. ping, & LIU, X. li. (2020). Microstructural evolution and its effect on mechanical properties in different regions of 2219-C10S aluminum alloy TIG-welded joint. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*, 30(10), 2625–2638. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(20\)65407-3](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(20)65407-3)
- ZHANG, D. kui, ZHAO, Y., DONG, M. ye, WANG, G. qing, WU, A. ping, SHAN, J. guo, MENG, D. yang, LIU, X. li, SONG, J. ling, & ZHANG, Z. ping. (2019). Effects of weld penetration on tensile properties of 2219 aluminum alloy TIG-welded joints. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*, 29(6), 1161–1168. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(19\)65024-7](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(19)65024-7)
- Zhang, S., Zhang, T., He, Y., Du, X., Ma, B., & Zhang, T. (2019). Long-term atmospheric pre-corrosion fatigue properties of epoxy primer-coated 7075-T6 aluminum alloy structures. *International Journal of Fatigue*, 129(August). <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.105225>