

PRILAKU KOROSI SAMBUNGAN LAS FSW TAK SEJENIS ANTARA AA5083 DAN AA6061-T6 DENGAN VARIASI PUTARAN TOOL DALAM LARUTAN 3,5% NaCl

FX. A. Wahyudianto¹, M.N. Iman², P.T. Iswanto², Kusmono²

¹ Program Pascasarjana Departemen Teknik Mesin dan Industri – Universitas Gadjah Mada

² Staf Pengajar – Departemen Teknik Mesin dan Industri – Universitas Gadjah Mada

Keywords :

Corrosion
FSW
Dissimilar metal welds
Aluminium alloy

Abstract :

Paduan aluminium seri 5xxx dan 6xxx saat ini banyak digunakan pada aplikasi laut seperti untuk pembuatan kapal. Paduan aluminium seri 5xxx memiliki ketahanan korosi yang lebih baik dibandingkan seri 6xxx. Dalam penelitian ini kedua paduan aluminium tersebut akan disambungkan dengan menggunakan metode friction stir welding (FSW) dengan putaran tool yang divariasikan (910, 1500 dan 2280 rpm) dan pin berbentuk silinder. Paduan aluminium yang digunakan adalah plat AA5083 dan AA6061-T6 dengan ketebalan 3, selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap sifat korosi dari sambungan yang terbentuk. Prilaku korosi diamati dalam larutan 3.5% NaCl sebagai pengganti air laut dengan menggunakan metode polarisasi resistance. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketahanan korosi sambungan lebih rendah dibandingkan dengan material induknya dan seiring dengan peningkatan putaran tool meningkat pula ketahanan korosinya.

PENDAHULUAN

Kerusakan yang diakibatkan oleh air laut terhadap suatu struktur, kapal dan peralatan lain yang digunakan dilingkungan sangat beragam, salah satunya adalah korosi. Paduan aluminium adalah salah satu material yang memiliki sifat tahan terhadap serangan tersebut. Ini yang menyebabkannya semakin banyak dan menjadi pilihan utama untuk digunakan di lingkungan yang korosif seperti di laut seperti untuk pembuatan kapal laut. Paduan aluminium yang banyak digunakan untuk pembuatan kapal adalah seri 5xxx (Al-Mg-Mn) dan 6xxx (Al-Mg-Si) (Ferraris & Volpone 2005). Seri 5xxx dipilih karena mempunyai sifat ketahanan korosi yang sangat baik, sedangkan seri 6xxx dipilih karena kekuatannya. Meskipun paduan aluminium memiliki ketahanan terhadap korosi yang baik karena lapisan oksida alami yang dimiliki aluminium, tetapi pada lingkungan yang korosif lapisan ini menjadi tidak stabil. Ketidakstabilan ini menjadikan paduan aluminium juga dapat terserang korosi, seperti pada industri pembuatan kapal aluminium.

Metode untuk menyambungkan kedua paduan aluminium yang berbeda jenis seperti AA5083 dan AA6061 salah satunya adalah dengan pengelasan. Teknik pengelasan konvensional seperti GTAW (*tungsten gas arc welding*) dan GMAW (*gas metal arc welding*) dapat dipergunakan, akan tetapi kekuatan sambungan yang dihasilkan hanya bisa mencapai 50 – 70% dari material induk. Untuk meningkatkan kualitas

lasan maka dipilih metode pengelasan friction stir welding (FSW), yang merupakan salah satu teknik pengelasan yang tepat dan efektif untuk menyambungkan paduan aluminium yang berbeda (Mishra & Ma 2005). Sambungan tak sejenis las FSW pada plat paduan aluminium seri 5xxx dan 6xxx pada beberapa penelitian menghasilkan sifat mekanis dan strukturmikro pada daerah lasan yang berbeda dengan logam induknya (Shigematsu et al. 2003; Jamshidi Aval et al. 2012; Ghaffarpour et al. 2013; RajKumar et al. 2014; Ilangovan et al. 2015).

Pada sambungan hasil las FSW terdapat beberapa zona yang terbentuk yaitu *weld zone* (WZ), *thermomechanically affected zone* (TMAZ) and *heat affected zone* (HAZ) (Palanivel et al. 2014). Pengujian sambungan las FSW seperti strukturmikro, kekerasan dan kekuatan tarik telah banyak dilakukan, dengan beragam parameter pengelasan yang digunakan. Namun demikian perilaku korosi pada sambungan las tak sejenis antara AA5083 dan AA6061 dengan metode FSW masih sangat jarang dipublikasikan. Sehingga pada penelitian ini akan dilakukan pengamatan korosi pada daerah lasan dengan metode polarisasi resistance dalam larutan 3,5% NaCl.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian sambungan las tak sejenis ini ialah pelat paduan aluminium seri 5083 dan seri 6061-T6. Paduan aluminium seri 5083 memiliki unsur paduan utama yakni Mg (magnesium). Sedangkan seri 6061-T6

memiliki unsur paduan yakni Mg dan Si (silikon). Seri ini mengalami *cold working* berupa *rolling* yang setelah itu dilakukan proses perlakuan panas T6. Komposisi kimia kedua paduan aluminium yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1. dimana telah dilakukan uji komposisi sebelumnya.

Plat yang *digunakan* masing masing memiliki dimensi panjang 150 mm, lebar 100 mm dan tebal 3 mm, dimana arah pengelasan memanjang dan tegak lurus dengan arah rol kedua material tersebut. Dimana pengelasan FSW dengan bentuk *butt joint* dilakukan pada sisi 100 mm dengan posisi AA 6061-T6 berada pada sisi *advancing*, sedangkan AA 5083 berada pada sisi *retreating*.

Tabel 1. Komposisi kimia paduan aluminium yang digunakan (% berat).

Paduan	Mg	Mn	Cr	Si	Fe	Al
AA5083	4.3	0.50	0.06	0.11	0.30	Sisa
AA6061-T6	1.20	0.15	0.04	0.6	0.75	Sisa

Proses pengelasan dilakukan dengan mesin milling (Gambar 1) dengan variasi kecepatan putaran *tool* adalah 910 , 1500 dan 2280 rpm, kecepatan pengelasan 30 mm/min dan sudut kemiringan 3°. *Tool* yang digunakan bentuk pin silinder dan perbandingan D/d sama dengan 3 (Sadeesh et al. 2014), terbuat dari baja AISI H13.



Gambar 1. Proses pengerjaan las FSW

Pengamatan korosi dilakukan pada permukaan lasan baik permukaan atas maupun pada sisi melintang. Pada permukaan atas dilakukan pengujian terhadap laju korosi dengan menggunakan metode polarisasi resistance dan juga dengan cara perendaman.

Pengamatan korosi pada permukaan atas menggunakan sampel dari daerah las pada setiap putaran *tool* dan *base material* yakni AA6061-T6 dan AA5083. Spesimen berbentuk lingkaran dengan diameter 14 mm dan tebal sesuai dengan tebal plat yang digunakan yakni 3 mm seperti pada Gambar 2.

Permukaan spesimen harus diminimalisir dari goresan dengan dihaluskan menggunakan amplas.

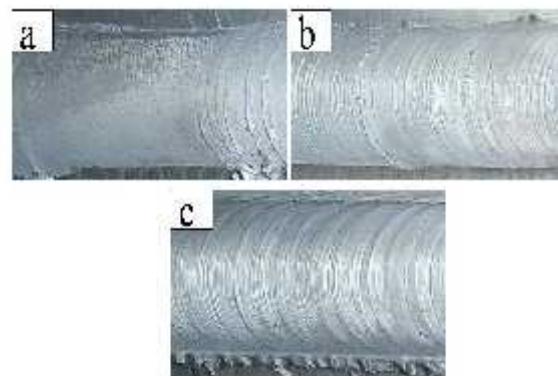


Gambar 2. Spesimen uji korosi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Permukaan atas lasan yang dihasilkan dari proses pengelasan dengan variasi putaran *tool* dapat dilihat pada Gambar 3. Terlihat bahwa struktur makro permukaan las FSW dengan variasi parameter kecepatan putaran *tool* memiliki karakteristik yang berbeda. Selama proses las, terjadi kontak antara gerakan rotasi *shoulder* dengan permukaan plat yang akibatnya membentuk rigi-rigi (*ripples*). Terlihat pada gambar tersebut, permukaan las memiliki jarak rigi-rigi yang konstan.

Pada sambungan las dengan putaran *tool* 910 rpm, terlihat jarak rigi-rigi kurang begitu terlihat dibandingkan dengan besaran putaran *tool* 1500 rpm dan 2280 rpm, dimana jarak antara rigi-riginya sekitar 0,5 mm. Semakin tinggi putaran dari *tool*, semakin terlihat jelas rigi-rigi yang terbentuk pada permukaan las.

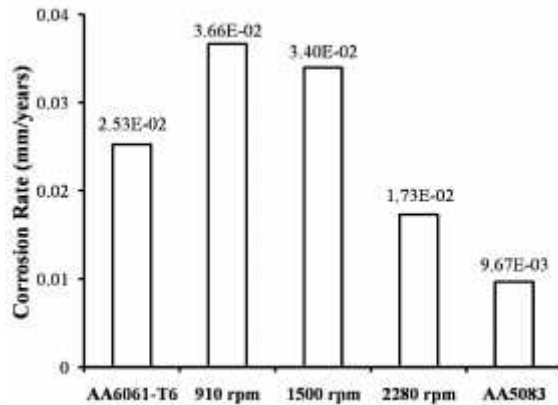


Gambar 3. Permukaan sambungan las FSW dengan kecepatan putaran *tool* (a) 910 rpm, (b) 1500 rpm dan (c) 2280 rpm

Berdasarkan pada pengujian dengan metode *polarisasi resistance*, didapatkan nilai arus korosi (I_{corr}) seperti yang terlihat pada table 2. Terlihat bahwa pada daerah nugget lasan menunjukkan semakin laju putaran *tool* maka semakin kecil nilai I_{corr} yang dihasilkan. Semakin kecil nilai I_{corr} berarti semakin kecil laju korosinya.

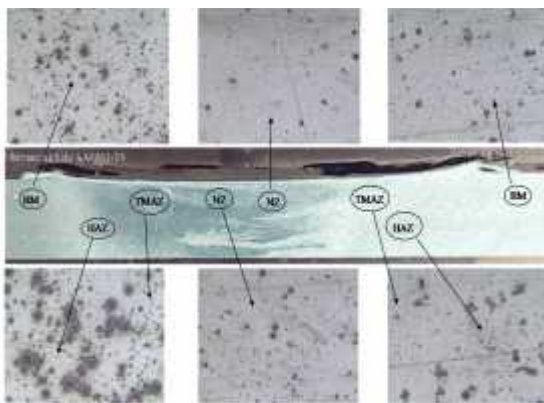
Tabel . I-corr hasil pengujian

Environment	i_{corr} ($\mu A/cm^2$)
AA6061-T6	2,3
AA5083	1,78
910 rpm	3,22
1500 rpm	2,94
2280 rpm	0,8



Gambar 4. Hasil Uji Korosi

Laju korosi pada setiap sambungan tak sejenis las FSW AA6061-T6 dan AA5083 terlihat pada diagram Gambar 4. Nilai laju korosi tertinggi terdapat pada sambungan las dengan putaran *tool* 910 rpm, diikuti putaran *tool* 1500 dan 2280 rpm. Nilai laju korosi *nugget* pada putaran *tool* 2280 rpm memiliki ketahanan terhadap korosi yang terbaik, terletak di antara nilai laju korosi *base material* AA6061-T6 dan AA5083. Penurunan laju korosi seiring dengan kenaikan putaran *tool* berhubungan dengan semakin bertambahnya massa AA5083 yang melakukan penetrasi ke dalam *nugget*. Semakin tinggi nilai laju korosi menandakan bahwa ketahanan material terhadap korosi menjadi rendah.



Gambar 5. Foto mikro permukaan melintang las setelah perendaman selama 24 jam.

AA6061-T6 memiliki ketahanan korosi lebih rendah dibandingkan dengan AA5053. Untuk mengetahui daerah yang paling besar terjadi korosi maka diperlukan pengamatan terhadap bidang melintang daerah lasan. Permukaan melintang daerah lasan dapat dibagi menjadi beberapa zona seperti yang terlihat pada Gambar 5. Pola zona pada daerah lasan terbentuk akibat penggunaan parameter kecepatan putaran *tool* yang berbeda-beda dan material induk yang berbeda jenis.

Struktur makro diatas menunjukkan pola pencampuran material pada daerah *nugget* dengan variasi kecepatan putaran *tool*. Terlihat bahwa material pada sisi *advancing* (AA6061-T6) lebih mendominasi daerah *nugget* dibandingkan dengan material dari sisi *retreating* (AA5083). Dominasi tersebut menjadi semakin tak terlihat seiring meningkatnya kecepatan putaran *tool*. Semakin tinggi kecepatan putaran *tool*, terlihat semakin merata pencampuran antara material AA6061-T6 dan AA5083. Selain itu, batas daerah TMAZ baik pada sisi *advancing* maupun *retreating* semakin tersamarkan seiring dengan meningkatnya kecepatan putaran *tool*.

Gambar 4. Juga memperlihatkan foto mikro permukaan melintang lasan setelah dilakukan perendaman selama 24 jam dalam larutan 3,5% NaCl. Dapat dilihat bahwa pada daerah HAZ sisi *Advancing* (AA6061) terjadi korosi yang paling parah dibandingkan pada daerah yang lain.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada daerah lasan untuk putaran *tool* 910 dan 1500 rpm memiliki ketahanan korosi yang lebih rendah dibandingkan dengan material induknya baik. Sementara untuk 2280 rpm memiliki ketahanan korosi berada diantara kedua logam induk, lebih baik dari AA6061-T6 dan lebih rendah dari AA5083. Pada posisi melintang korosi yang paling parah menyerang daerah HAZ.

DAFTAR PUSTAKA

- Ferraris, S. & Volpone, L.M., 2005. *Aluminium Alloys In Third Millennium Shipbuilding : Materials*, , pp.1-11.
- Ghaffarpour, M. et al., 2013. *Evaluation of Dissimilar Welds of 5083-H12 and 6061-T6 Produced by Friction Stir Welding*. Metallurgical and Materials Transactions A, 44(8), pp.3697-3707.
- Ilangovan, M., Boopathy, S.R. & Balasubramanian, V., 2015. *Microstructure and tensile properties of friction stir welded dissimilar AA6061-AA5086 aluminium alloy joints*. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 25(4), pp.1080-1090.

- Jamshidi Aval, H. et al., 2012. *A study on microstructures and residual stress distributions in dissimilar friction-stir welding of AA5086-AA6061*. Journal of Materials Science, 47(14), pp.5428–5437.
- Mishra, R.S. & Ma, Z.Y., 2005. *Friction stir welding and processing*. Materials Science and Engineering: R: Reports, 50(1-2), pp.1–78.
- Palanivel, R. et al., 2014. *Mechanical and metallurgical properties of dissimilar friction stir welded AA5083-H111 and AA6351-T6 aluminum alloys*. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 24(1), pp.58–65.
- RajKumar, V. et al., 2014. *Studies on Effect of Tool Design and Welding Parameters on the Friction Stir Welding of Dissimilar Aluminium Alloys AA 5052 – AA 6061*. Procedia Engineering, 75, pp.93–97.
- Sadeesh, P. et al., 2014. *Studies on Friction Stir Welding of AA 2024 and AA 6061 Dissimilar Metals*. Procedia Engineering, 75, pp.145–149.
- Shigematsu, I. et al., 2003. *Joining of 5083 and 6061 aluminum alloys by friction stir welding*. , pp.353–356.