

Experimental Study on AA6005-T6 Material Welded with Friction Stir Welding Using Impact Test: Studi Eksperimental Pada Material AA6005-T6 Dilas dengan Friction Stir Welding Menggunakan Uji Impak

*Achmad Suprayoga
Mulyadi Mulyadi*

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

The welding technique is often the choice in the joining process because of its light weight and relatively simple characteristics. Friction Stir Welding (FSW) is a welding method that was created and developed by The Welding Institute (TWI) in 1991. This easy, fast, and environmentally friendly welding process has been widely applied to construction, especially aluminum materials. The material used in the experiment was AA 6005-T6 6mm thick with varying tool speed parameters 765 1208 1907 3020 (rpm), feed rate 24 43 65 90 (mm/m), engine tilt, pin model (hexagonal, taper square, taper cylinder, cylinder), as well as an incision depth of 0.05 0.1 0.15 0.2 (mm). Using the Taguchy and ANNOVA methods as calculations and data processing. The test carried out is the impact test of the Charpy method using the ASTM E23 standard. After calculating with the Minitab 19 application, it was found that the most influential factor on the impact strength was the engine speed parameter of 765rpm which contributed 28.95%. Keywords: Welding Technique, Friction Stir Welding, Taghuchy, ANNOVA, impact test

Pendahuluan

Industri manufaktur dihadapkan dengan tantangan perkembangan teknologi seiring berjalannya waktu yang kian berkembang. Kualitas output dari setiap produk menjadi jawaban atas kepercayaan bagi para pelaku industri. Teknik pengelasan menjadi salah satu metode penyambungan dalam manufaktur yang paling banyak diminati karena prosesnya dinilai sederhana bahkan relatif lebih murah. Definisi pengelasan berdasarkan Deutche Industri Normen (DIC) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam maupun logam paduan yang dikerjakan pada keadaan cair atau lumer[1]. Dalam dunia pengelasan logam yang banyak digunakan adalah jenis logam aluminium. Aluminium adalah logam ringan dengan ketahanan korosi baik, konduktivitas listrik yang baik. Sebagian besar aluminium dicampur dengan logam yang berbeda untuk membentuk kombinasi aluminium. Aluminium 6061 adalah salah satu jenis aluminium yang merupakan campuran magnesium dan silikon yang memiliki sifat mekanik yang baik tanpa menurunkan konduktivitas listrik[2]. Dalam bidang transportasi, aluminium banyak dimanfaatkan dalam pembangunan, seperti profil, rantai, saluran, dan tangki, misalnya tangki air atau tangki gas baru. Logam ini tidak hanya banyak digunakan di perangkat rumah, tetapi juga di pesawat, mobil, kapal dan bahan bangunan [3]

Pada umumnya penyambungan aluminium sering menggunakan metode rivet dan las TIG Kedua sambungan ini sangat terbatas jika dilihat dari beberapa sudut pandang, misalnya sambungan baut, hasilnya akan menambah ketebalan, menggunakan bahan tambahan dan ada juga bahan yang terbuang percuma dari sisa penetrasi[4]. Jika dilihat dari inovasi yang diciptakan, teknik ini tidak

layak. Salah satu opsi yang berbeda dengan asosiasi aluminium adalah dengan memanfaatkan teknik Friction Stir Welding (FSW).

Konsep dasar dari teknologi sambungan ini adalah menghubungkan dua material dengan menggunakan sumber panas yang berasal dari gesekan antara putaran tool dengan permukaan benda kerja[5]. Alat putar ditekan pada

permukaan antara dua material yang akan disambung. Gesekan antara tool dan material menghasilkan panas hingga mencapai suhu leleh material[6]

FSW ditemukan dan dibuktikan secara eksperimental di The Welding Institute (TWI) di Inggris pada bulan Desember 1991[7]. TWI memegang paten atas proses tersebut dan yang pertama menjadi lembaga yang paling deskriptif. FSW merupakan salah satu metode pengelasan dengan memanfaatkan gaya gesek tool pin terhadap material dan tanpa adanya penggunaan logam pengisi (filler material), Biaya pengelasan busur lebih rendah, proses pengelasan lebih cepat dan lebih efektif, hasil pengelasan memiliki sifat mekanik yang baik, deformasi lebih sedikit, dan karena pengelasan ini tidak menggunakan gas pelindung dan tidak terpengaruh oleh radiasi sinar, itu sepenuhnya aman untuk lingkungan[8]. Penggunaan teknologi pengelasan FSW untuk menyambung material non logam merupakan metode baru di bidang pengelasan. Dibandingkan dengan bahan logam las, dalam hal ini dibandingkan dengan bahan las non logam, polimer akan lebih rumit, karena polimer merupakan isolator murni dengan konduktivitas termal yang rendah[9]

Banyak metode pengelasan yang bisa digunakan untuk penyambungan aluminium, tetapi metode *Friction Stir Welding* merupakan cara yang paling direkomendasikan karena prosesnya sederhana, biaya lebih murah karena tidak membutuhkan bahan tambahan serta dapat diaplikasikan pada material - material yang sulit dilas bila menggunakan teknologi konvensional dan juga asap yang dihasilkan sedikit karena tidak ada material yang terbakar sehingga tidak membahayakan bagikesehatan. Dibandingkan dengan metode pengelasan MIG (Metal Inert Gas) Sewaktu waktu dapat terjadi burnback, asap yang dihasilkan bisa menyebabkan tidak sehat dalam kurun waktu yang lama dan juga cacat las porositisering terjadi akibat penggunaan kualitas gas pelindung yang tidak baik[10].

Beberapa parameter yang dipertimbangkan pada pengelasan FSW antara lain adalah kecepatan putaran, feeding, bentuk dan dimensi pin, kemiringan tool, geometri, material tool, dll [11]. Pemilihan parameter FSW yang tepat, maka didapatkan kekuatan sambungan akan meningkat dan cacat pengelasan dapat diminimalkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil FSW pada sambungan aluminium tanpa penambahan perlakuan panas dan untuk mengetahui kekuatan uji tarik, kekuatan uji impak, dan melihat hasil perubahan struktur mikro pada aluminium setelah dilakukan pengelasan

Metode Penelitian

Penelitian friction stir welding dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo menggunakan mesin Frais Universal X6322C WEIDA. Total spesimen yang dikerjakan ada 16 dengan parameter yang berbeda dari masing-masing spesimen dengan menggunakan metode Taguchi Orthogonal Array L_{16} sebagai pengolahan data. Berikut adalah tabel desain eksperimen L_{16} :

No Spc	Kedalaman Shoulder (mm)	Kecepatan rotasi tool (rpm)	Sudut kemiringan tool (°)	Kecepatan pengelasan (mm/menit)	Tool Geometry
1	0.05	765	2	24	Silinder
2	0.05	1208	2.5	43	Taper Silinder
3	0.05	1907	3	65	Hexagonal
4	0.05	3020	3.5	90	Taper Square

5	0.1	765	2.5	65	Taper Square
6	0.1	1208	2	90	Hexagonal
7	0.1	1907	3.5	24	Taper Silinder
8	0.1	3020	3	43	Silinder
9	0.15	765	3	90	Taper Silinder
10	0.15	1208	3.5	65	Silinder
11	0.15	1907	2	43	Taper Square
12	0.15	3020	2.5	24	Hexagonal
13	0.2	765	3.5	43	Hexagonal
14	0.2	1208	3	24	Taper Square
15	0.2	1907	2.5	90	Silinder
16	0.2	3020	2	65	Taper Silinder

Table 1. *Desain Eksperimen L16*

Setelah dilakukan pengelasan selanjutnya spesimen akan dilakukan pengujian impact untuk mengetahui kekuatan beban kejut. Spesimen dibentuk sesuai dengan ASTM E 23. Desain spesimen uji impact dapat dilihat pada gambar 1.1

Gambar 1.1 Desain untuk eksperimen uji impact

Kemudian hasil uji impact akan dihitung harga impact/impact strength dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$E_p =$$

$$m \cdot g \cdot h (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$$

$$l$$

Dimana :EP: Energi Potensial yang dibuthkan pendulum m: Massa bandul / pendulum

g: Besar gravitasi

l: Lengan pendulum

sin α : Sudut awal start pendulum

cos α : Sudut yang dicapai pendulum setelah mematahkan sampel A: Luas spesimen diluar takik

Hasil Impact Strenght akan di analisa menggunakan ANOVA dengan bantuan Minitab 19 untuk mencari kontribusi dari masing faktor atau parameter yang berpengaruh terhadap hasil impact strenght

Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengelasan dengan mengacu pada tabel desain eksperimen didapatkan hasil pengelasan yang baik kemudian dilakukan pengujian impact untuk mencari nilai harga impact dari masing masing spesimen

Gambar 1.2 Spesimen sebelum pengujian impact

Gambar 1.3 Spesimen telah dilakukan pengujian impact

Untuk hasil perhitungan impact strength dapat dilihat pada tabel 1.2 berikut ini :

No Spc	Kedalaman Shoulder (AP)	Kecepatan rotasi tool (RPM)	Sudut kemiringan tool (TT)	Kecepatan pengelasan (FEED)	Tool Geometry (TG)	EP(joule)	Impact Strenght (000000000/00002)
1	0.05	765	2	24	Silinder	28,42075	0,710519
2	0.05	1208	2.5	43	Taper Silinder	23,93326	0,598332
3	0.05	1907	3	65	Hexagonal	5,983315	0,149583
4	0.05	3020	3.5	90	Taper Square	8,974973	0,224374
5	0.1	765	2.5	65	Taper Square	17,94995	0,448749
6	0.1	1208	2	90	Hexagonal	11,96663	0,299166
7	0.1	1907	3.5	24	Taper Silinder	14,95829	0,373957
8	0.1	3020	3	43	Silinder	11,96663	0,299166
9	0.15	765	3	90	Taper Silinder	19,44577	0,486144
10	0.15	1208	3.5	65	Silinder	8,974973	0,224374
11	0.15	1907	2	43	Taper Square	11,96663	0,299166
12	0.15	3020	2.5	24	Hexagonal	22,43743	0,560936
13	0.2	765	3.5	43	Hexagonal	13,46246	0,336561
14	0.2	1208	3	24	Taper Square	8,974973	0,224374
15	0.2	1907	2.5	90	Silinder	8,974973	0,224374
16	0.2	3020	2	65	Taper Silinder	2,991658	0,074791

Table 2. Hasil Pengujian Impak Dan Perhitungan Impact Strenght

Dari hasil perhitungan menggunakan rumus yang ada dapat diketahui bahwa Spesimen 1 memiliki harga impact tertinggi yaitu sebesar 0,710519. Dan untuk rata-rata harga impact dari ke-16 spesimen adalah 0,350000. Setelah dilakukan perhitungan harga impact kemudian data tersebut diolah menggunakan One Way ANOVA untuk mengetahui kontribusi dari masing-masing faktor terhadap hasil pengujian impact. Kesimpulan hasil pengolahan

data yang dibantu menggunakan aplikasi Minitab 19 dapat dilihat pada gambar 1.4 berikut ini:

Gambar 1.4 Prosentasi Kontribusi Tiap Faktor Terhadap Impact Strenght

Kesimpulan

Pengelasan friction stir welding dapat dilakukan pada material AA 6005-T6 dengan menggunakan mesin frais dengan memvariasikan beberapa parameter dengan hasil baik dan mempunyai nilai harga impact yang berbeda dengan dibuktikan dengan melakukan uji impact. Dari hasil tersebut harga impact tertinggi diperoleh oleh spesimen 1 dengan variasi parameter kedalaman pengelasan 0,05 mm, putaran mesin 765 rpm, kecepatan pengelasan 24 mm/m, sudut kemiringan tool 2°, dan menggunakan tool dengan model pin silinder yang mendapat harga impact 0,710519. Dari parameter yang digunakan pengelasan FSW pada mesin frais yang paling berpengaruh adalah faktor putaran mesin (RPM) yang berkontribusi sebesar 28,95%. Sedangkan faktor yang tidak berkontribusi adalah Tool Geometri (model pin) yang hanya menyumbangkan angka kontribusi sebesar 3,56%.

References

1. Angger Sudrajat dan Mahros Darsin. (2012). Analisis Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Aluminium Aa 1100 Dengan Metode Friction Stir Welding (Fsw). Rotor, 5(1), 50-61. https://www.researchgate.net/publication/281628097_ANALISIS_SIFAT_MEKANIK_HASIL_PENGE_LASAN_ALUMINIUM_AA_1100_DENGAN_METODE_FRICITION_STIR_WELDING_FSW
2. Asmono, T. B. (2014). Speed Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Hasil Friction Stir

- Welding Pada Aluminium [UNIVERSITAS BRAWIJAYA]. <http://repository.ub.ac.id/142738/>
3. Budi Nur Rahman, M., Widyo Nugroho, A., & Satriya Wardhana, B. (2018). Pengaruh Feed Rate dan Kecepatan Putar Pin Tool Friction Stir Welding (FSW) terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Aluminium 5052. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 2(2), 83-95. <https://doi.org/10.18196/jmpm.2224>
 4. Fitrayudha1), A., & Jauhar Fajrin2) & Buan Anshari3). (2020). ANALISIS SIFAT MEKANIS KOMPOSIT POLYESTER SISAL MENGGUNAKAN METODE ANOVA. 14(7), 2817-2824. <http://ejournal.binawakya.or.id/index.php/MBI/article/view/489/pdf>
 5. Helmi, I., Balai, T., Logam, B., Bandung, M., & Disetujui, A. (2017). PENGARUH BENTUK PIN TERHADAP SIFAT MEKANIS ALUMINIUM 5083 - H112 HASIL PROSES FRICTION STIR WELDING. *RISET TEKNOLOGI INDUSTRI*, 11(1), 31-42. <http://ejournal.kemenperin.go.id/jrti/article/view/2163>
 6. Mochamad Abdul Muftinur1), Haryono2), Johan Wijayanto3), A. P. P. (2017). Analisa Pengaruh Perbedaan Feed Rate Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak Aluminium 6061 Metode Pengelasan Friction Stir Welding. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(2), 473-481.
 7. Muhammad Arsyad Suyuti1), A. (2020). SIFAT MEKANIS SAMBUNGAN DISSIMILAR FRICTION STIR WELDING ANTARA ALUMINIUM PADUAN AL-MG DAN AL-MG-SI. SIFAT MEKANIS SAMBUNGAN DISSIMILAR FRICTION STIR WELDING ANTARA ALUMINIUM PADUAN AL-MG DAN AL-MG-SI, 100:98-102. <http://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/snp2m/article/view/2419>
 8. Pratisna, P., Anggertyo, I., A, P. A. N., Induk, L., Labinkimat, M., & Al, T. N. I. (2016). Sifat Fisik dan Mekanis Sambungan Las Friction Stir Welding (FSW) AA 5083 dengan Variasi Bentuk dan Kecepatan Putar Probe Pada Konstruksi Kapal Physical and Mechanical Properties of Welded Joints Friction Stir Welding (FSW) AA 5083 with a Variation of.
 9. Riyadi, M. R., Jokosisworo, S., & Zakki, A. F. (2019). Pengaruh RPM dan Diameter Pin Tool Terhadap Kekuatan Tarik, Impak, dan Mikrografi Hasil Pengelasan Friction Stir Welding (FSW) Single Side Pada Aluminium 5083. *Teknik Perkapalan*, 7(4), 494-503.
 10. Riyadi1), M. R., Jokosisworo1), S., & Ahmad Fauzan Zakki). (2019). Pengaruh RPM dan Diameter Pin Tool Terhadap Kekuatan Tarik, Impak, dan Mikrografi Hasil Pengelasan Friction Stir Welding (FSW) Single Side Pada Aluminium 5083. *Teknik Perkapalan*, 7(4), 168-175. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/24792>
 11. Setyawan, P. E., Irawan, Y. S., & Suprpto, W. (2014). Kekuatan Tarik Dan Porositas Hasil Sambungan Las Gesek Aluminium 6061 Dengan Berbagai Suhu Aging. *Rekayasa Mesin*, 5(2), pp.141-148. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm>
 12. Siswanto, R., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., & Mangkurat, U. L. (2018). Teknologi pengelasan (hmkb791). *TEKNIK PENGELASAN*. https://mesin.ulm.ac.id/assets/dist/bahan/Teknologi_Pengelasan_full.pdf
 13. Supplied, Designations, A., & Types, T. (2016). thyssenkrupp Materials (UK) Ltd Material Data Sheet Generic Physical Properties. 6-9.