

ANALISIS PERBANDINGAN VARIASI FILLER PADA SAMBUNGAN LAS ALUMINIUM 6061 TERHADAP SIFAT MEKANIK, STRUKTUR MIKRO, DAN NILAI KEKERASAN

Alfaiz Farhan Navinda¹, Hendri Budi Kurniyanto², M. Thoriq Wahyudi³

Program Studi Teknik Pengelasan, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,

Email: alfaizfarhann@gmail.com¹

Abstract – This research analyzes the effect of using variations of filler metal, ER4043 and ER5356, on welding with aluminum 6061. This research describes the mechanical properties, microstructure, and hardness. This research aims to answer four questions: 1. How does the tensile strength compare between ER5356 and ER4043 when welding aluminum 6061 with the GTAW method. 2. How does the ductility of the weld metal and HAZ compare between ER5356 and ER4043 using the bending test. 3. What is the hardness comparison between ER5356 and ER4043 in butt joint and mockup specimens. 4. What is the difference in microstructure between ER5356 and ER4043 in butt joint and mockup specimens. Experiments involved two variations of filler metal and two types of welding joints as specimens. The methods used include tensile test, Vickers hardness test, bending test, and microscopic analysis. The results showed that ER5356 filler metal produced higher tensile strength (282.74 MPa) than ER4043 (206.58 MPa). Specimens with ER5356 filler metal had better flexibility in the bending test. The weld metal hardness was much higher for ER5356 filler metal (113.63 HV) than ER4043 (75.87 HV). Microstructure analysis indicated the presence of more Mg₂Si structures in the specimen with ER5356 filler metal. In conclusion, ER5356 filler metal is stronger than ER4043 in both butt joints and mockups..

Keyword : aluminium 6061, GTAW, filler metal, mechanical properties, microstructure

1. PENDAHULUAN

PT. X merupakan produsen utama frame sepeda yang mencakup berbagai jenis, seperti city bikes, trekking, MTB, full suspension, hard-trail bikes, downhill, BMX, dan lainnya, menggunakan tube berbahan aluminium.

Dengan perkembangan zaman, kebutuhan kekuatan frame sepeda semakin beragam, khususnya untuk road bike yang membutuhkan kecepatan dan bobot ringan. Pembuatan frame sepeda road bike membutuhkan material yang ringan dan kuat, termasuk penggunaan filler metal yang kuat. Peningkatan kekuatan frame sepeda menjadi penting ke depannya, dan perubahan filler metal menjadi kunci penentu kekuatan yang dibutuhkan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Mikail Rizki tentang Analisis Pengaruh Variasi Elektroda Pada Pengelasan Aluminium 5083 Dengan 6061 Terhadap Sifat Mekanik, Struktur Mikro, Dan Prediksi Korosi [1], dijelaskan bahwa penggunaan *filler metal* ER5356 lebih baik digunakan pada Aluminium

6061. Pada AWS D1.2 [2] dijelaskan pemilihan *filler metal* yang cocok untuk Aluminium 6061. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut dilakukan untuk membandingkan *filler metal* ER4043 dan ER5356 pada Aluminium 6061 guna mencari *filler metal* yang optimal dalam proses pengelasan frame sepeda untuk masa mendatang.

2. METODOLOGI .

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium 6061 dengan ukuran dimensi tube panjang 300mm, diameter 50,8 mm, dan tebal 4 mm. Tes kupon berjumlah 1 *joint* untuk masing-masing variasi *filler metal* dan desain sambungan yang digunakan, jadi total tes kupon sebanyak 2 tes kupon untuk variasi *filler metal* dan 2 tes kupon untuk desain sambungan . Variasi *filler metal* yang digunakan adalah ER4043, dan ER5356, sedangkan desain sambungan yang digunakan *butt joint*, dan potongan dari rangka sepeda (*mockup*). Sudut kampuh single-V groove sebesar 60°. Parameter

pengelasan disesuaikan dengan *Work Instruction* perusahaan. Dimana menggunakan arus sebesar 180-200 A, voltase 17 V, dan travel speed 70,894-142,041 mm/min. Setelah proses pengelasan selesai, tes kupon dipotong dan dibentuk menjadi spesimen-spesimen pengujian. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik antara lain pengujian tarik, pengujian bending, dan pengujian kekerasan, serta untuk mengetahui struktur mikro dengan pengujian metalografi. Bentuk spesimen yang digunakan untuk uji tarik berdasarkan ISO 4136 [3] dan untuk uji tekuk berdasarkan ISO 5173 [4].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Tarik

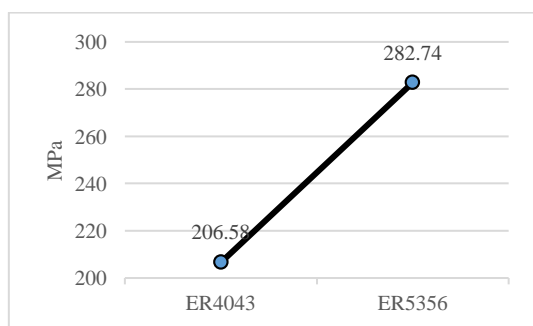
Hasil pengujian Tarik pada *butt joint* dari semua variasi *filler metal* yang digunakan pada penelitian kali ini terdapat pada table berikut :

Tabel 1 : Data Hasil Pengujian Tarik

Mark of Material	Filler Metal	Ultimate Strength (MPa)	Failure Location
4043.1	ER4043	231,17	Weld Metal
4043.2	ER4043	181,99	Weld Metal
5356.1	ER5356	281,28	Weld Metal
5356.2	ER5356	284,20	Weld Metal

Berdasarkan tabel di atas dari pengujian tarik semua test piece yang diuji mengalami patah pada daerah weld metal. Akan tetapi nilai kekuatan tariknya melebihi kekuatan tarik minimalnya yaitu 165 MPa yang sesuai ASME section IX pada QW/QB-422 [5].

Untuk data rata-rata dari hasil pengujian tarik dan nilai kekuatan tarik dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



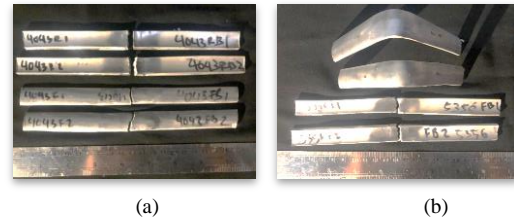
Gambar 1. Grafik Nilai Rata-Rata Pengujian Tarik

Pada grafik di atas didapatkan nilai rata-rata ultimate strength, dimana untuk nilai ultimate strength tertinggi terdapat pada terdapat pada spesimen dengan *filler metal* ER5356 dengan nilai rata-rata 282,74 MPa dan nilai terendah pada spesimen dengan *filler metal* ER4043 dengan nilai rata-rata 206,58 MPa. sesuai ASME section IX pada QW/QB-422 [5] dijelaskan bahwa nilai dari

pengujian tersebut masih masuk kedalam syarat keberterimaan.

3.2 Hasil Pengujian Tekuk

Pengujian tekuk dilakukan pada masing-masing *filler metal* dari desain *butt joint* yaitu ER4043 dan ER5356 dengan jumlah masing-masing 4 *test piece*. Hasil pengujian tekuk dapat dilihat pada gambar berikut:

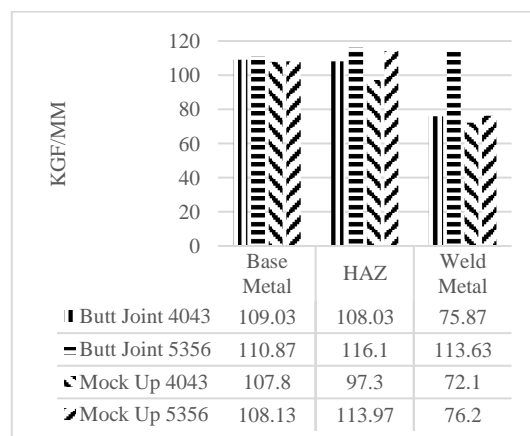


Gambar 2. Hasil Pengujian Tekuk (a) *filler metal* ER4043, (b) *filler metal* ER5356

Dari hasil pengujian tekuk, pada *face bend* dan *root bend* dengan menggunakan *filler metal* ER4043 mengalami *failure* dikarenakan patah sehingga tidak memenuhi syarat keberterimaan sesuai ASME section IX 2019 pada QW-163[5] dan tidak dapat mempertahankan sifat ductility atau keuletannya. Pada *face bend* dengan menggunakan *filler metal* ER5356 mengalami *failure* dikarenakan patah namun pada *root bend* dengan menggunakan *filler metal* ER5356 tidak terdapat cacat terbuka sehingga tidak memenuhi syarat keberterimaan sesuai ASME section IX 2019 pada QW-163 [5] dan tidak dapat mempertahankan sifat ductility atau keuletannya,

3.3 Hasil Pengujian Kekerasan

Berikut adalah nilai rata-rata dari hasil pengujian kekerasan pada spesimen variasi *filler metal* ER4043 dan ER5356, dan juga variasi desain sambungan *butt joint* dan *mockup*.



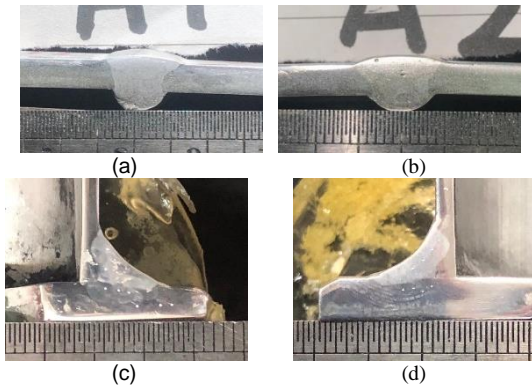
Gambar 3. Grafik Nilai Rata-Rata Pengujian Kekerasan

Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat nilai kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen dengan menggunakan *filler metal* ER5356, sedangkan nilai kekerasan terendah terdapat pada

spesimen dengan menggunakan *filler metal* ER4043. Pada analisis ini, *filler metal* yang digunakan dapat mempengaruhi nilai kekerasan material tersebut.. Nilai kekerasan meningkat dengan meningkatnya presentase kandungan mangan dalam weld metal [6].

3.4 Hasil Pengujian metallography (Macro dan Micro structure)

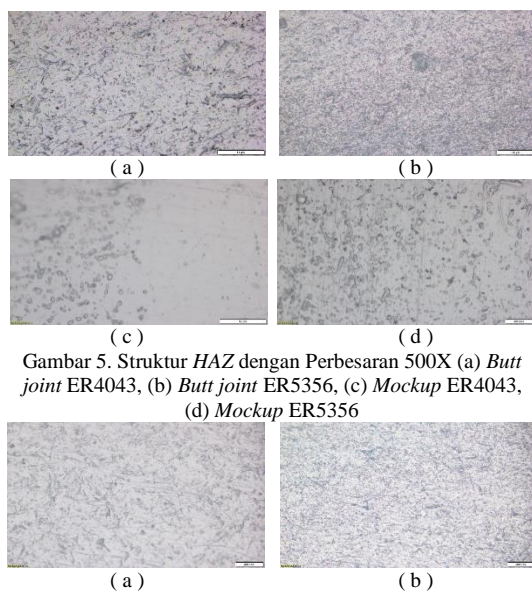
Hasil pengamatan makro pada setiap test piece dapat dilihat pada Gambar di bawah ini:



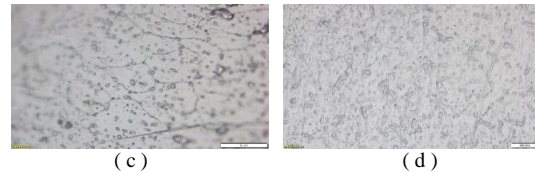
Gambar 4. Hasil Pengujian Makro (a) *Filler Metal* ER4043 Butt joint (b) *Filler Metal* ER5356 Butt Joint (c) *Filler Metal* ER4043 Mockup (d) *Filler Metal* ER 5356 Mockup

Pada gambar diatas diperlihatkan bahwa pada gambar b terdapat adanya *porosity* yang disebabkan adanya gas yang terperangkap saat proses pengelasan.

Pada ASM Handbook Vol.9 [7] dijelaskan bahwa pada aluminium 6061 terdapat unsur Al dan Mg_2Si . Hasil pengamatan struktur mikro pada daerah *HAZ* spesimen pada setiap test piece ditunjukkan pada Gambar berikut ini:



Gambar 5. Struktur HAZ dengan Perbesaran 500X (a) Butt joint ER4043, (b) Butt joint ER5356, (c) Mockup ER4043, (d) Mockup ER5356



Gambar 6. Struktur Mikro Weld Metal dengan Perbesaran 500X (a) Butt joint ER4043, (b) Butt joint ER5356, (c) Mockup ER4043, (d) Mockup ER5356

Dapat disimpulkan bahwa kandungan Mg_2Si pada specimen dengan *filler metal* ER5356 lebih banyak dan rapat daripada specimen dengan *filler metal* ER4043. .

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa pada material aluminium 6061 yang dilakukan dengan variasi *filler metal* ER4043 dan ER5356, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Dari pengujian tarik didapatkan hasil variasi *filler metal* ER5356 lebih tinggi daripada *filler metal* ER4043 yang memiliki kekuatan tarik 282,74 MPa, sedangkan pengelasan yang menggunakan *filler metal* ER4043 memiliki kekuatan tarik 206,58 MPa .
2. Dari pengujian kekerasan *vickers* dapat dilihat dari grafik kekerasan perbedaan kekerasan pada spesimen *butt joint* hanya di daerah *weld metal* pengelasan dengan *filler metal* ER4043 hasilnya 75,87 HV dan pengelasan dengan *filler metal* ER5356 hasilnya 113,63 HV. Sedangkan pada Spesimen *mockup* hanya di daerah *HAZ* pengelasan dengan *filler metal* ER4043 hasilnya 97,3 HV sedangkan pengelasan dengan *filler metal* ER5356 hasilnya 113,97 HV. Dapat dinyatakan bahwa hasil dari pengelasan dengan *filler metal* ER5356 nilai kekerasannya lebih tinggi dibandingkan pengelasan dengan *filler metal* ER4043.
3. Hasil pengujian tekuk pada pengelasan material aluminium 6061 didapatkan hasil pada spesimen dengan menggunakan *filler metal* ER4043 terjadi patahan sehingga *ductility*/keuletan tidak dipertahankan. Pada spesimen *filler metal* ER5356 terdapat patahan pada *face bend* namun pada *root bend* tidak terdapat cacat sehingga *ductility*/keuletan tidak dipertahankan.
4. Dari hasil pengujian mikrostruktur dan bila dikaitkan dengan perubahan kekerasannya dapat diketahui bahwa pada specimen *butt joint* maupun *mockup* dengan *filler metal* ER5356 kandungan Mg_2Si lebih banyak daripada specimen dengan *filler metal* ER4043

5. SARAN

Pada pengerjaan tugas akhir ini masih mengalami beberapa kekurangan. Sehingga bisa digunakan untuk evaluasi agar lebih bisa berkembang lagi menjadi lebih baik. Beberapa saran untuk tugas akhir ini antara lain:

1. Adanya pengujian ketangguhan agar dapat digunakan sebagai perbandingan atau korelasi dengan pengujian lainnya.
2. Adanya pengujian laju korosi agar dapat mengetahui pengaruh *filler metal* pada ketahanan korosi pada material *aluminium* 6061

6. PUSTAKA

- [1] Achmad Mikail Rizki., 2018, Analisis Pengaruh Variasi Elektroda Pada Pengelasan Aluminium 5083 Dengan 6061 Terhadap Sifat Mekanik, Struktur Mikro, Dan Prediksi Korosi: Jurnal Program Studi Teknik Kelautan
- [2] AWS Section D1.2, 2014, Structural Welding Code – Aluminium,: American Welding Society.
- [3] ISO 4136, 2022, Destructive Tests On Welds In Metallic Materials — Transverse Tensile Test
- [4] ISO 5173, 2000, Destructive Test On Welds In Metallic Materials – Bend Tests
- [5] ASME Section IX (2019). “ASME Boilers and Pressure Vessel Code”
- [6] Evans (2003). “Effect Of Manganese On The Microstructures And Properties Of All-Weld-Metal Deposits”, USA : AWS Welding Research
- [7] ASM Handbook Volume 9. 2003. “Metallography And Microstructures” : ASM International..