ELEMEN
Jurnal Teknik Mesin
Vol.9 No.1 Juni 2022 ; pp. x - x

ISSN 2442-4471 (cetak)
ISSN 2581-2661 (online)
http://je.politala.ac.id

PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK DAN KAMPUH LAS TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO SAMBUNGAN LAS TIG PADA *ALUMINUM ALLOY* 6061

Indra Eka Prasetya [1], Kosjoko [2], Nely Ana Mufarida [3]

1) Mahasiswa Prodi Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember, JL. Karimata No.49 Karangrejo Kecamatan Sumbersari Jember, Indonesia.
2) Dosen Prodi Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember, JL. Karimata No.49 Jember Jawa Timur, Indonesia.
3) Dosen Prodi Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember, JL. Karimata No.49 Jember Jawa Timur, Indonesia

Corresponding email [3] : nelyana@unmuhjember.ac.id

Received: xx Juni TT
Accepted:
Published:

©20xx Politala Press. All Rights Reserved.

Abstrak. Paduan aluminium 6061 merupakan paduan kekuatan tinggi yang pengaplikasiannya terdapat pada elemen perancah, bangunan mesin, dan kedirgantaraan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kekuatan tarik dan *microstructure* pada AA 6061 dengan sambungan V dan X serta variasi arus pengelasan sebesar 120A, 130A, dan 140A. Penelitian ini, menggunakan standar ASTM E8/E8M-16a untuk pengujian tarik dan ASTM E112 untuk mikrografi. Berdasarkan data penelitian yang diperoleh, sambungan pengelasan TIG kampuh V memiliki kekuatan tarik tertinggi pada arus 140A, yaitu 92,7 MPa sedangkan kampuh X memiliki kekuatan tarik tertinggi sebesar 73,4 MPa. Pada pengujian *grain size*, arus 120A memiliki diameter butir sebesar 151,0 µm. Sedangkan pada arus 130A dan 140A memiliki ukuran butir sebesar 127,0 µm dan 106,8 µm. Disimpulkan bahwa kampuh V dengan arus 140A memiliki kekuatan tarik tertinggi. Sedangkan pengujian mikrografi, arus 140A memiliki *grain size* terkecil.
Kata Kunci: Las TIG, *Aluminum Alloy* 6061, Uji Tarik , Ukuran Butir

Abstract. Aluminum alloy 6061 is high strength alloy whose applications are found in scaffolding elements, machine buildings, and aerospace. The purpose of this study was to determine the tensile strength and microstructure of the AA 6061 with the V and X connections and variations in welding currents of 120A, 130A, and 140A. This study uses ASTM E8/E8M-16a standards for tensile testing and ASTM E112 for micrography. Based on the research, the TIG welding V joint has the highest tensile strength at 140A, which is 92.7 MPa while X joint has the highest tensile strength of 73.4 MPa.the grain size test, the current 120A has grain diameter of 151.0 µm. While the currents 130A and 140A have grain sizes of 127.0 µm and 106.8 µm. It was concluded that the V joint with a current of 140A had the highest tensile strength. While the micrographic test, 140A has the smallest grain size.
Keywords: TIG Welding, Aluminum Alloy 6061, Tensile Test, Grain Size

To cite this article: xxx. DOI:

highlight merah diedit oleh editor jurnal

1. Pendahuluan

Las TIG (*Tungsten Inert Gas*) juga dikenal sebagai GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) merupakan sebuah metode pengelasan yang mana busur listrik terjadi diantara elektroda yang tidak leleh dengan benda kerja. Pemilihan pengelasan tergantung beberapa faktor, diantaranya adalah jenis bahan atau material yang akan dilas. Pengelasan TIG dikembangkan untuk pengelasan pada logam yang reaktif terhadap oksigen, seperti aluminium, magnesium, dan titanium.

Paduan Al-6061 merupakan salah satu material yang banyak digunakan dalam industri, seperti pada industri kendaraan rel dan kapal. Dalam konstruksi kendaraan rel paduan Al-6061 digunakan untuk alat perangkai, pada kapal aluminium 6061 digunakan untuk tangki penyimpanan bahan bakar.

Pemilihan tipe sambungan las sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik pada material paduan aluminium Al-6061. Pemilihan kampuh pengelasan double V (X *joint*) dengan sudut kampuh 60° pada material Al-6061 lebih baik, dibandingkan menggunakan sambungan butt joint single V dengan sudut kampuh yang sama pada variasi arus listrik 160A dan kekuatan tariknya sebesar 156,55 MPa [1].

Selain pemilihan tipe sambungan, sudut kampuh pengelasan dan tipe gas pelindung argon juga berpengaruh terhadap kekuatan tarik pada aluminium Al-6061. Penggunaan gas argon grade C lebih baik daripada gas argon grade A pada arus pengelasan 185 A dan Sudut kampuh 80° merupakan sudut kampuh las yang memiliki masukan panas dan kekuatan hasil lasan yang baik pada aluminium 6061 [2].

Berdasarkan pemaparan penelitian diatas, peneliti tertarik untuk melakukan Studi perbandingan kekuatan dengan kampuh las yaitu single V dan X *joint* dengan sudut kampuh 60° menggunakan arus pengelasan 120A, 130A, 140A dan tipe gas argon grade C.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil penelitian dari pengaruh variasi arus pengelasan *Tungsten Inert Gas* (TIG) yakni 120A, 130A, 140A terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro material uji serta mengetahui pengaruh kampuh V dan X terhadap kekuatan tarik pada *Aluminum Alloy* 6061.

2. Tinjauan Pustaka

Uji Tarik

Uji tarik uniaksial untuk bahan logam telah distandarisasi untuk waktu yang lama, dan banyak pedoman nasional/internasional yang dikembangkan seperti ASTM E8/E8M-16a [3]. Berikut adalah persamaan untuk penentuan sifat tarik dari suatu material:

Tegangan :

$$\sigma_u = \frac{Fu}{Ao}$$

Dimana: σ_u = Tegangan nominal (kg/mm^2)

Fu = Beban maksimum (kg)

Ao = Luas penampang mula dari penampang batang (mm^2)

Regangan :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{Lo} \times 100\% = \frac{L-Lo}{Lo} \times 100\%$$

Dimana : ε = Regangan (%)

L = Panjang akhir (mm)

Lo = Panjang awal (mm)

Modulus Elastisitas:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Dimana σ adalah tegangan tarik dan ε adalah *strain* atau regangan.

Uji Struktur Mikro

Perubahan struktur mikro dapat terjadi karena perbedaan kampuh dan posisi pengelasan [4]. Dalam pengujian struktur mikro kita dapat mengetahui grain size suatu spesimen uji. Penentuan grain size harus sesuai prosedur dan standar, salah satu standar yang sering digunakan adalah ASTM E112. Ada banyak metode yang ditawarkan oleh ASTM E112 untuk penentuan grain size, salah satunya adalah *intercept method*. Berikut adalah tahapan perumusannya:

1. Mencari nilai $\overline{P_L}$ dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{P}_L = \frac{P_i}{L/M}$$

2. Mencari nilai $\bar{l}$ dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{l} = \frac{1}{\bar{N}_L} = \frac{1}{\bar{P}_L}$$

3. Mencari nilai G

Equation	Units
$G = (3.321928 \log_{10}\bar{N}_A) - 2.954$	N_A in mm^{-2}
$G = (6.643856 \log_{10}\bar{N}_L) - 3.288$	$\bar{N}_L$ in mm^{-1}
$G = (6.643856 \log_{10}\bar{P}_L) - 3.288$	$\bar{P}_L$ in mm^{-1}
$G = (-6.643856 \log_{10}\bar{\ell}) - 3.288$	$\bar{\ell}$ in mm

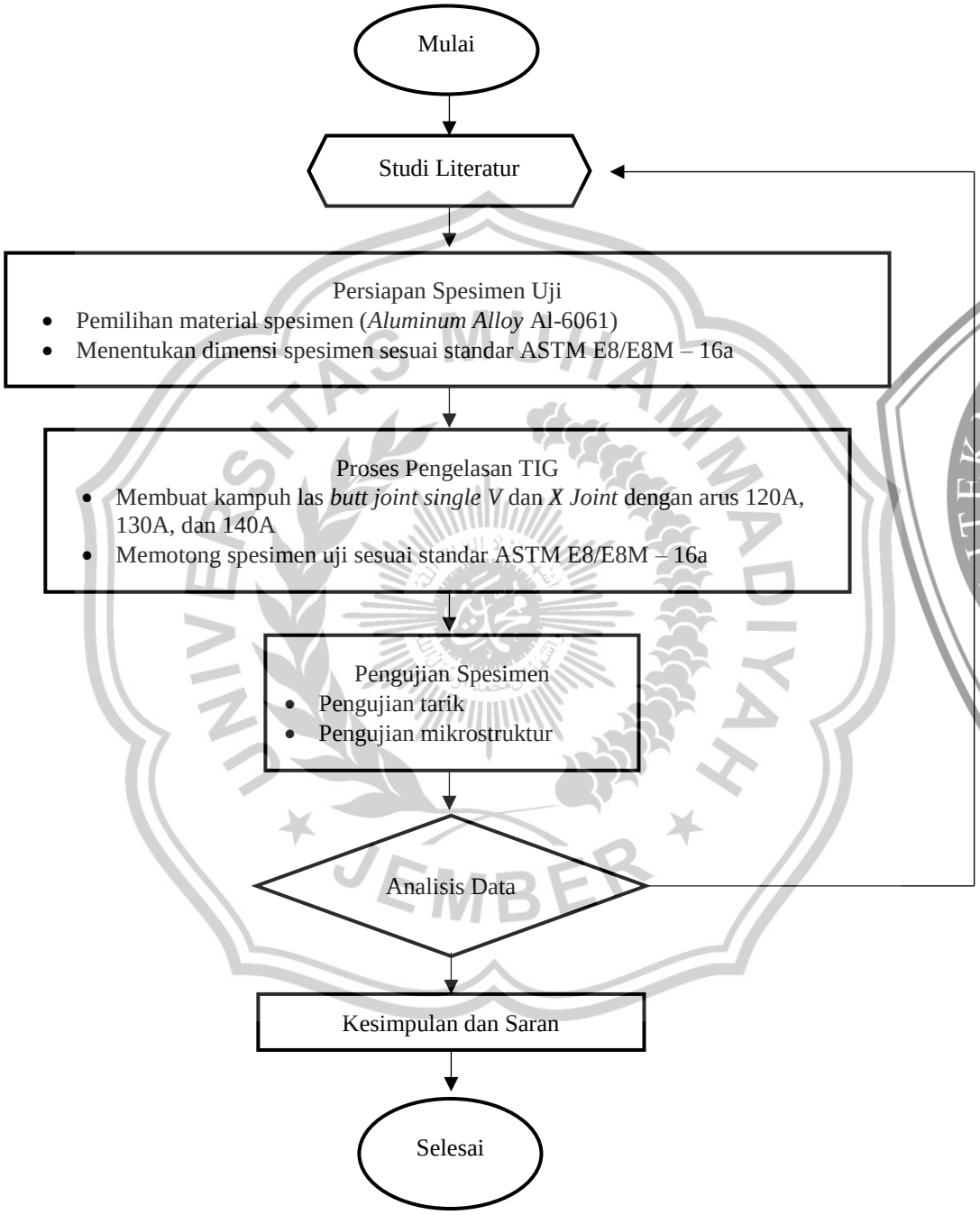
4. Mencocokan nilai G pada tabel 4 ASTM E112

3. Metodologi

Alat dan Bahan Penelitian

Berikut adalah beberapa alat dan bahanyang digunakan pada penelitian ini antara lain: mesin las TIG, mesin uji tarik, alat uji struktur mikro, elektroda tungsten murni, ragum, gerinda duduk, gerinda tangan, jangka sorong, autosol, amplas grit 100, 150, 200, 240, 400, 1000, 5000.
Sedangkan material yang digunakan untuk penelitian adalah plat *Aluminum Alloy* 6061.

Prosedur Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Tarik

Tensile Test dilakukan berdasarkan standar ASTM E8/E8M – 16a pada tanggal 10 Februari 2022 yang bertempat di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Banyuwangi. Mesin pengujian tarik yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Zwick Roell.* Acuan yang dijadikan parameter untuk mengetahui sifat mekanik dari spesimen uji adalah nilai *stress*, *strain*, *young's modulus*.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tarik Spesimen Uji

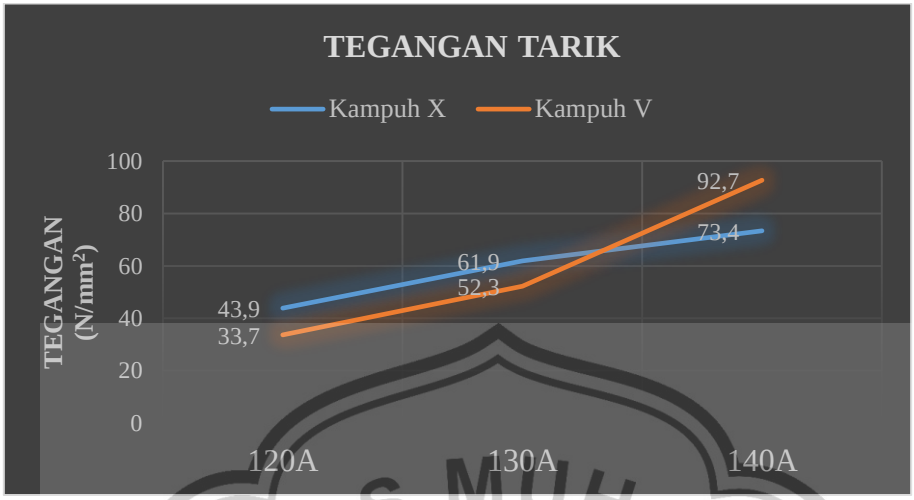
Variasi Kampuh dan Arus Pengelasan	Spesimen Uji Tarik	σ max (N/mm^2)	Regangan (%)	E (GPa)	E Rata-rata (GPa)
V 120A	1	55,9	2,0	27,95	19,47
	2	33,5	1,4	23,92	
	3	11,8	1,8	6,55	
V 130A	1	60,3	3,9	15,46	15,15
	2	55,3	3,9	14,17	
	3	41.,2	2,6	15,84	
V 140A	1	103	4,5	22,88	17,94
	2	109	6,3	17,30	
	3	65,5	4,8	13,64	
X 120A	1	47,1	2,3	20,47	19,12
	2	29,7	1,6	18,56	
	3	55,0	3,0	18,33	
X 130A	1	38,6	3,1	12,45	18,02
	2	77,8	4,6	16,91	
	3	69,2	2,8	24,71	
X 140A	1	97,3	5,3	18,35	18,09
	2	61,6	3,1	19,87	
	3	61,1	3,8	16,07	

Spesimen uji tarik yang digunakan untuk penelitian ini adalah *Aluminum Alloy* 6061 dengan menggunakan sambungan las TIG. Dapat dilihat pada gambar dibawah, terjadinya putus spesimen uji sebagian besar terdapat pada *weld metal* yang diakibatkan oleh kualitas sambungan yang dihasilkan kurang maksimal. Ini dapat terjadi karena beberapa hal, seperti arus listrik yang digunakan terlalu tinggi ataupun rendah, elektroda yang digunakan tidak sesuai dengan yang dianjurkan, ataupun keterampilan dari *welder* itu sendiri.

Gambar 2. Spesimen Uji Tarik Setelah dilakukan *Tensile Test*

Tegangan Tarik (*Stress*)

Nilai dari tegangan tarik dapat dijadikan sebagai parameter untuk mengetahui kekuatan tarik dari sambungan material uji. Berdasarkan pengujian tarik yang dilakukan oleh penulis di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Banyuwangi pada tanggal 10 Februari 2022, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

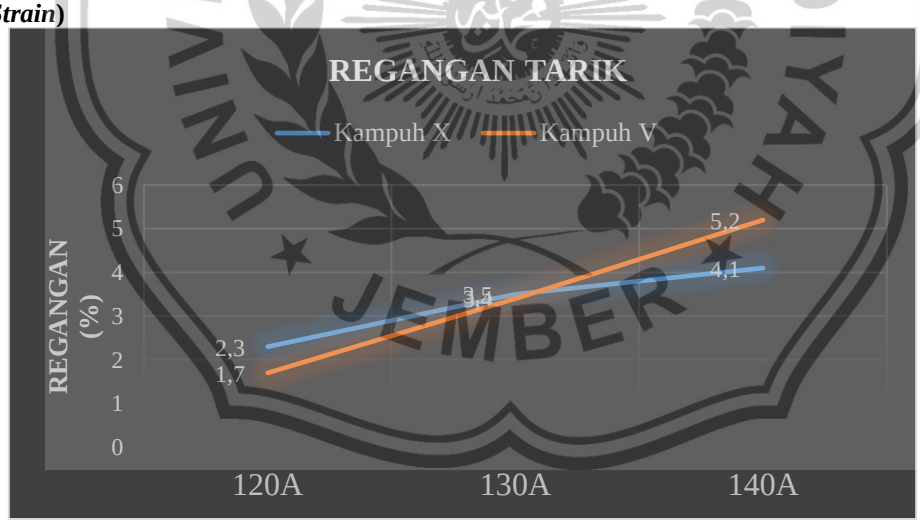


Gambar 3. Grafik Tegangan Tarik Spesimen Uji

Hasil pengujian menunjukkan, nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen dengan kampuh V 140A yang memiliki kekuatan tarik sebesar 92,7 MPa. Sedangkan kekuatan tarik terendah terdapat pada spesimen dengan kampuh V 120A yang memiliki kekuatan tarik 33,7 MPa.

Sementara spesimen dengan kampuh X memiliki kekuatan tarik tertinggi dengan nilai 73,4 MPa yang dihasilkan oleh arus pengelasan 140A. Sedangkan kekuatan tarik terendahnya berada pada arus pengelasan 120A dengan kekuatan tarik 43,9 MPa.

Regangan (*Strain*)



Gambar 4. Grafik Regangan Spesimen Uji

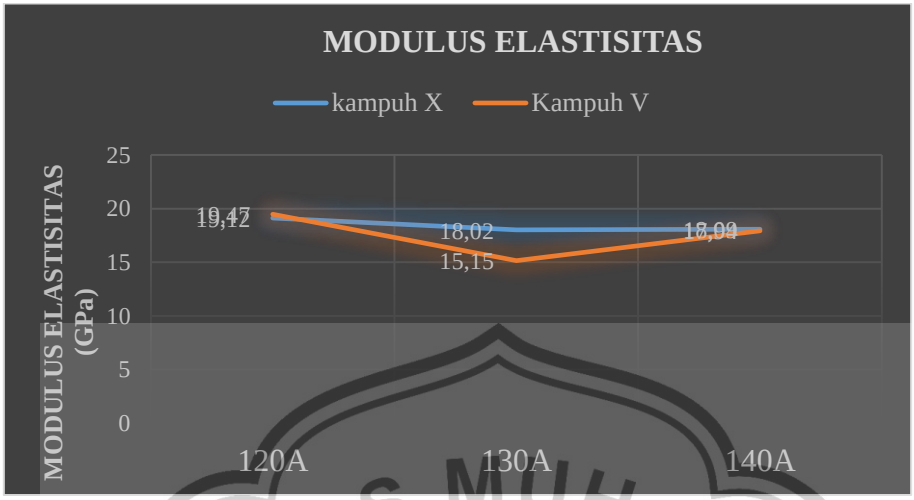
Pada pengujian didapatkan nilai regangan tarik tertinggi dari sambungan las TIG pada *Aluminum Alloy* 6061 sebesar 5,2% yang terdapat pada spesimen dengan kampuh V 140A. Sedangkan untuk regangan tarik terendah adalah spesimen dengan kampuh V 120A yang nilai regangannya berada pada nilai 1,7%.

Sementara spesimen dengan kampuh X memiliki nilai regangan tertinggi dengan nilai 4,1% yang dihasilkan oleh arus pengelasan 140A. Sedangkan nilai regangan terendahnya berada pada arus pengelasan 120A dengan pertambahan panjang 2,3%.

Nilai regangan akan berbanding lurus dengan hasil uji tariknya, sehingga semakin besar nilai tegangan semakin besar juga nilai regangannya [5].

Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas dapat ditentukan atau dihitung berdasarkan nilai tegangan dan regangan tarik. Berdasarkan pengujian tarik yang dilakukan oleh penulis di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Banyuwangi, maka didapatkan nilai modulus elastisitas sebagai berikut:



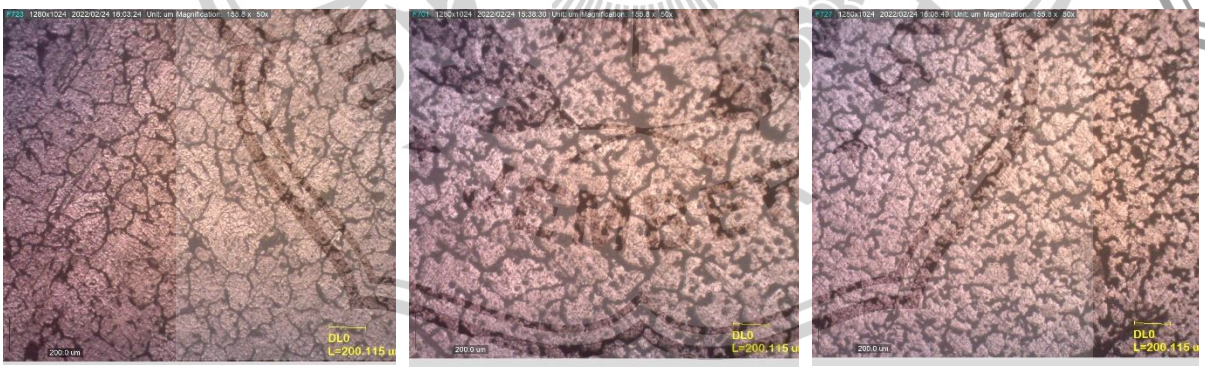
Gambar 5. Grafik Modulus Elastisitas Spesimen Uji

Dapat kita lihat pada gambar diatas, nilai modulus elastisitas tertinggi sebesar 19,47 GPa pada kampuh V dan arus pengelasan 120A. Sedangkan untuk nilai modulus elastisitas terendah berada pada nilai 15,15 GPa yang terdapat pada spesimen kampuh V arus pengelasan 130A.

Pada gambar tersebut, juga didapat nilai modulus elastisitas dari kampuh X tertinggi dengan arus 120A adalah 19,12 GPa. Sedangkan nilai modulus elastisitas kampuh X terendah berada pada arus pengelasan 130A dengan nilai 18,02 GPa.

Hasil *Microstructure Test*

Berdasarkan hasil pengujian mikrografi yang telah dilakukan pada sambungan las *Aluminum Alloy* 6061, didapatkan hasil sebagai berikut:



(1) Arus 120A (2) Arus 130A (3) Arus 140A

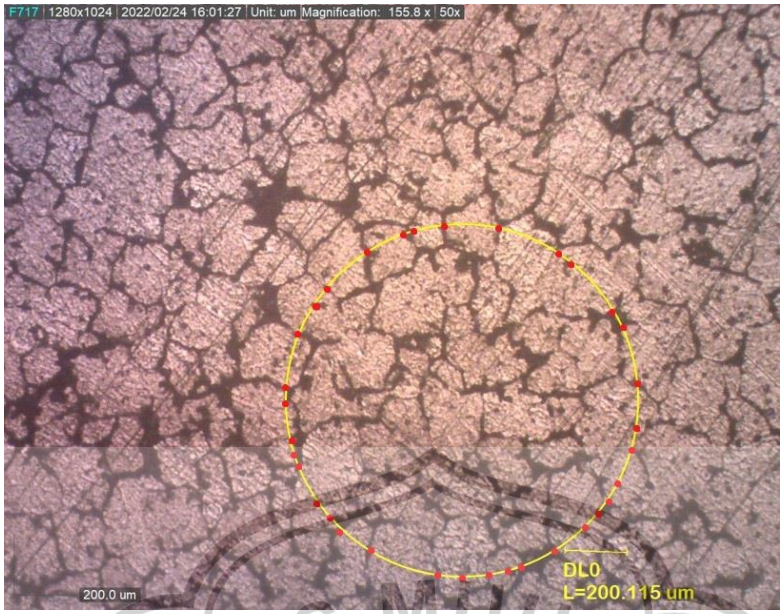
Gambar 6. Struktur Mikro Sambungan Pengelasan TIG

Gambar diatas adalah perbandingan hasil pengamatan struktur mikro pada weld metal dengan arus 120A, 130A, dan 140A. Berdasarkan gambar tersebut, dapat diketahui bahwasannya *grain size* pada arus pengelasan 140A memiliki ukuran yang lebih kecil serta jumlah butir yang lebih banyak per satuan luas dari pada arus 120A dan 130A.

Pada arus 120A terlihat jelas memiliki ukuran atau diameter butir yang paling besar. Ini mengindikasikan bahwa semakin besar ukuran butir, maka akan menurunkan kekerasan dan kekuatan tariknya.

Untuk menentukan ukuran butir atau *grain size* pada struktur mikro spesimen uji, maka harus dilakukan sesuai prosedur atau standar. Pada pengujian ini digunakan standar ASTM E112 untuk menentukan grain size per satuan luas dan diameter rata-rata butiran pada arus tertentu.

Arus Pengelasan 120A



Gambar 7. Penentuan *intersection grain* terhadap *test line* pada spesimen uji 120A.

Diketahui : M = 50x
P = 34 titik
L = 23,60 cm = 236 mm

Ditanya : G....?

Jawab :

$$\overline{P_L} = \frac{P}{L/M}$$

$$= \frac{34}{236/50} = \frac{34}{4{,}72} = 7{,}203$$

$$\bar{l} = \frac{1}{\overline{P_L}} = \frac{1}{7{,}203} = 0{,}138$$

$$G = [-6{,}643856 \log_{10}(0{,}138)] - 3{,}288$$

$$= 2{,}426 \approx 2{,}5$$

Pada perhitungan diatas, maka didapat nilai grain size (G) dari arus pengelasan 120A adalah 2,5. Pada gambar dibawah dapat disimpulkan nilai dari banyak butir/satuan luas dalam perbesaran 1X, luas rata-rata butir per satuan luas, dan rata-rata diameter grain.

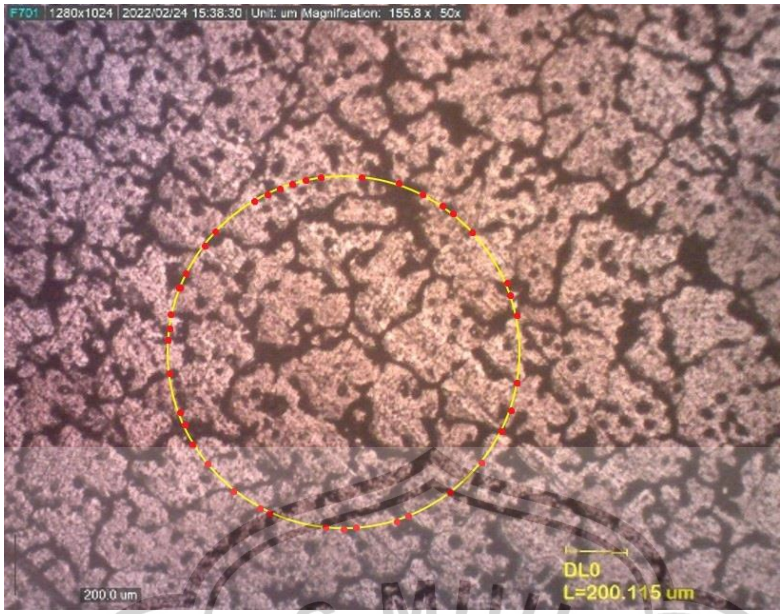
TABLE 4 Grain Size Relationships Computed for Uniform, Randomly Oriented, Equiaxed Grains

Grain Size No. G	$\bar{N}_A$ Grains/Unit Area		$\bar{A}$ Average Grain Area		$\bar{d}$ Average Diameter		$\bar{l}$ Mean Intercept		$\bar{N}_L$
	No./in.² at 100X	No./mm² at 1X	mm²	µm²	mm	µm	mm	µm	No./mm
00	0.25	3.88	0.2581	258064	0.5080	508.0	0.4525	452.5	2.21
0	0.50	7.75	0.1290	129032	0.3592	359.2	0.3200	320.0	3.12
0.5	0.71	10.96	0.0912	91239	0.3021	302.1	0.2691	269.1	3.72
1.0	1.00	15.50	0.0645	64516	0.2540	254.0	0.2263	226.3	4.42
1.5	1.41	21.92	0.0456	45620	0.2136	213.6	0.1903	190.3	5.26
2.5	2.83	43.84	0.0228	22810	0.1510	151.0	0.1345	134.5	7.43
3.5	5.66	87.68	0.0114	11405	0.1068	106.8	0.0951	95.1	10.51
4.0	8.00	124.00	0.00806	8065	0.0898	89.8	0.0800	80.0	12.50
4.5	11.31	175.36	0.00570	5703	0.0755	75.5	0.0673	67.3	14.87
5.0	16.00	248.00	0.00403	4032	0.0635	63.5	0.0566	56.6	17.68
5.5	22.63	350.73	0.00285	2851	0.0534	53.4	0.0476	47.6	21.02
6.0	32.00	496.00	0.00202	2016	0.0449	44.9	0.0400	40.0	25.00
6.5	45.25	701.45	0.00143	1426	0.0378	37.8	0.0336	33.6	29.73
7.0	64.00	992.00	0.00101	1008	0.0318	31.8	0.0283	28.3	35.36
7.5	90.51	1402.9	0.00071	713	0.0267	26.7	0.0238	23.8	42.04
8.0	128.00	1984.0	0.00050	504	0.0225	22.5	0.0200	20.0	50.00
8.5	181.02	2805.8	0.00036	356	0.0189	18.9	0.0168	16.8	59.46

Gambar 8. Nilai Grain Size Arus Pengelasan 120A No 2,5

Berdasarkan prosedur ASTM E112, maka didapat luas rata-rata butir dengan ukuran 0,0228 mm² atau 22.810 µm². Ukuran butir yang terbentuk pada arus 120A memiliki diameter rata-rata sebesar 0,1510 mm atau 151,0 µm. Ini merupakan ukuran butir terbesar yang terbentuk diantara variasi arus pengelasan yang lain.

Arus Pengelasan 130A



Gambar 9. Penentuan *intersection grain* terhadap *test line* pada spesimen uji 130A.

Diketahui : M = 50x
P = 41 titik
L = 23,60 cm = 236 mm

Ditanya : G....?

Jawab :

$$\overline{P_L} = \frac{P}{L/M}$$

$$= \frac{41}{236/50} = \frac{41}{4{,}72} = 8{,}686$$

$$\bar{l} = \frac{1}{\overline{P_L}} = \frac{1}{8{,}686} = 0{,}115$$

$$G = [-6{,}643856 \log_{10}(0{,}115)] - 3{,}288$$

$$= 2{,}952 \approx 3{,}0$$

Pada perhitungan diatas, maka didapat nilai grain size (G) dari arus pengelasan 130A adalah 3,0. Pada gambar dibawah dapat disimpulkan nilai dari banyak butir/satuan luas dalam perbesaran 1X, luas rata-rata butir per satuan luas, dan rata-rata diameter grain.

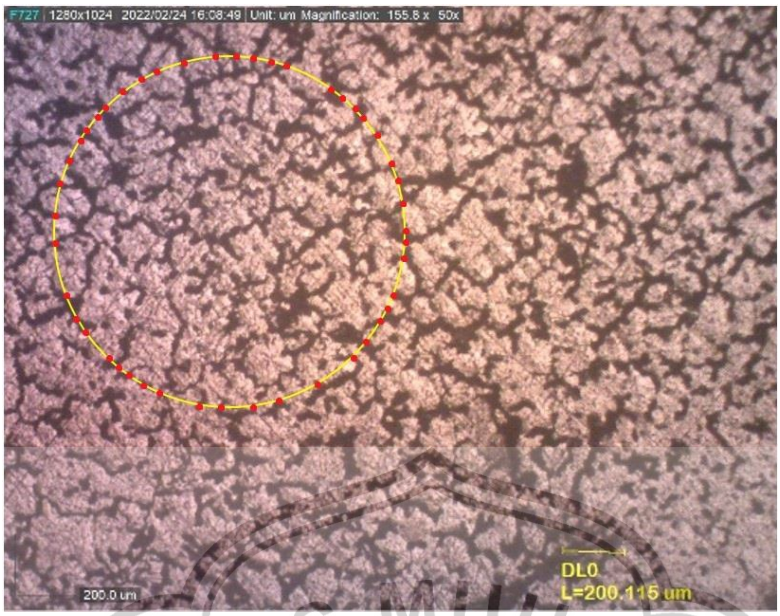
TABLE 4 Grain Size Relationships Computed for Uniform, Randomly Oriented, Equiaxed Grains

Grain Size No. G	$\bar{N}_A$ Grains/Unit Area		$\bar{A}$ Average Grain Area		$\bar{d}$ Average Diameter		$\bar{l}$ Mean Intercept		$\bar{N}_L$
	No./in.^{2} at 100X	No./mm^2 at 1X	mm^2	µm^2	mm	µm	mm	µm	No./mm
00	0.25	3.88	0.2581	258064	0.5080	508.0	0.4525	452.5	2.21
0	0.50	7.75	0.1290	129032	0.3592	359.2	0.3200	320.0	3.12
0.5	0.71	10.96	0.0912	91239	0.3021	302.1	0.2691	269.1	3.72
1.0	1.00	15.50	0.0645	64516	0.2540	254.0	0.2263	226.3	4.42
1.5	1.41	21.92	0.0456	45620	0.2136	213.6	0.1903	190.3	5.26
2.0	2.00	31.00	0.0323	32258	0.1796	179.6	0.1600	160.0	6.25
3.0	4.00	62.00	0.0161	16129	0.1270	127.0	0.1131	113.1	8.84
4.0	8.00	124.00	0.00806	8065	0.0898	89.8	0.0800	80.0	12.50
4.5	11.31	175.36	0.00570	5703	0.0755	75.5	0.0673	67.3	14.87
5.0	16.00	248.00	0.00403	4032	0.0635	63.5	0.0566	56.6	17.68
5.5	22.63	350.73	0.00285	2851	0.0534	53.4	0.0476	47.6	21.02
6.0	32.00	496.00	0.00202	2016	0.0449	44.9	0.0400	40.0	25.00
6.5	45.25	701.45	0.00143	1426	0.0378	37.8	0.0336	33.6	29.73
7.0	64.00	992.00	0.00101	1008	0.0318	31.8	0.0283	28.3	35.36

Gambar 10. Nilai Grain Size Arus Pengelasan 130A No 3,0

Pada gambar diatas terdapat garis blok merah yang menunjukkan grain size arus pengelasan 130A dengan nilai 3,0. Berdasarkan prosedur ASTM E112, maka didapat luas rata-rata butir dengan ukuran 0,0161 mm^2 atau 16.129 µm^2. Ukuran butir yang terbentuk pada arus 130A memiliki diameter rata-rata sebesar 0,1270 mm atau 127,0 µm.

Arus Pengelasan 140A



Gambar 11. Penentuan *intersection grain* terhadap *test line* pada spesimen uji 140A.

Diketahui : M = 50x
P = 46 titik
L = 23,60 cm = 236 mm

Ditanya : G....?

Jawab :

$$\overline{P_L} = \frac{P}{L/M}$$

$$= \frac{46}{236/50} = \frac{46}{4{,}72} = 9{,}745$$

$$\bar{l} = \frac{1}{\overline{P_L}} = \frac{1}{9{,}745} = 0{,}102$$

$$G = [-6{,}643856 \log_{10}(0{,}102)] - 3{,}288$$

$$= 3{,}298 \approx 3{,}5$$

Pada perhitungan diatas, maka didapat nilai grain size (G) dari arus pengelasan 140A adalah 3,5. Pada gambar dibawah dapat disimpulkan nilai dari banyak butir/satuan luas dalam perbesaran 1X, luas rata-rata butir per satuan luas, dan rata-rata diameter grain.

TABLE 4 Grain Size Relationships Computed for Uniform, Randomly Oriented, Equiaxed Grains

Grain Size No. G	$\bar{N}_A$ Grains/Unit Area		$\bar{A}$ Average Grain Area		$\bar{d}$ Average Diameter		$\bar{\ell}$ Mean Intercept		$\bar{N}_L$
	No./in.^{2} at 100X	No./mm^2 at 1X	mm^2	µm^2	mm	µm	mm	µm	No./mm
00	0.25	3.88	0.2581	258064	0.5080	508.0	0.4525	452.5	2.21
0	0.50	7.75	0.1290	129032	0.3592	359.2	0.3200	320.0	3.12
0.5	0.71	10.96	0.0912	91239	0.3021	302.1	0.2691	269.1	3.72
1.0	1.00	15.50	0.0645	64516	0.2540	254.0	0.2263	226.3	4.42
1.5	1.41	21.92	0.0456	45620	0.2136	213.6	0.1903	190.3	5.26
2.0	2.00	31.00	0.0323	32258	0.1796	179.6	0.1600	160.0	6.25
2.5	2.83	43.84	0.0228	22810	0.1510	151.0	0.1345	134.5	7.43
3.5	5.66	87.68	0.0114	11405	0.1068	106.8	0.0951	95.1	10.51
4.5	11.31	175.36	0.00570	5703	0.0755	75.5	0.0673	67.3	14.87
5.0	16.00	248.00	0.00403	4032	0.0635	63.5	0.0566	56.6	17.68
5.5	22.63	350.73	0.00285	2851	0.0534	53.4	0.0476	47.6	21.02
6.0	32.00	496.00	0.00202	2016	0.0449	44.9	0.0400	40.0	25.00
6.5	45.25	701.45	0.00143	1426	0.0378	37.8	0.0336	33.6	29.73
7.0	64.00	992.00	0.00101	1008	0.0318	31.8	0.0283	28.3	35.36

Gambar 12. Nilai Grain Size Arus Pengelasan 140A No 3,5

Pada gambar diatas terdapat garis blok merah yang menunjukkan grain size arus pengelasan 140A dengan nilai 3,5. Berdasarkan prosedur ASTM E112, maka didapat luas rata-rata butir dengan ukuran 0,0114 mm^2 atau 11.405 µm^2. Selain itu, pada arus pengelasan TIG 140A memiliki diameter butir rata-rata 0,1068 mm atau 106,8 µm. Ini merupakan ukuran butir terkecil yang terbentuk diantara variasi arus pengelasan yang lain.

5. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan kampuh V memiliki kekuatan tarik yang paling baik dibandingkan dengan kampuh X. Kampuh V memiliki kekuatan tarik rata-rata sebesar 92,7 MPa pada arus 140A, sedangkan kampuh X memiliki kekuatan tarik sebesar 73,4 MPa pada arus 120A. Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa arus listrik 140A menghasilkan sambungan las TIG yang terbaik. Hal ini disebabkan karena logam pengisi dan BM (*base metal*) berhasil melebur dengan baik, sehingga menghasilkan sambungan las yang matang. Pada pengujian mikrografi menunjukkan bahwa kuat arus pengelasan sangat berpengaruh terhadap struktur mikro, terutama terhadap grain size. Semakin kecil ukuran butir yang terbentuk, maka akan membuat material menjadi tangguh, keras, dan kekuatan tarik meningkat. Dapat disimpulkan bahwa arus pengelasan 140A menghasilkan grain size yang paling kecil dengan ukuran diameter butir rata-rata 0,1068 mm atau 106,8 µm. Sementara diameter butir yang paling besar berada pada arus pengelasan 120A dengan ukuran diameter rata-rata sebesar 0,1510 mm atau 151,0 µm.

Daftar Pustaka

[1] W. Pranajaya, A. W. B. Santosa, and U. Budiarto, "Analisa Pengaruh Variasi Kampuh Las dan Arus Listrik Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Sambungan Las TIG (Tungsten Inert Gas) Pada Aluminium 6061," Jurnal Teknik Perkapalan, vol. 7, no. 4, Sep. 2019.

[2] M. D. Almanda, H. Yudo, and U. Budiarto, "Analisa Pengaruh Variasi Sudut Kampuh Terhadap Kekuatan Tarik Aluminium 6061 Dengan Gas Pelindung Argon Grade A dan Grade C Pada Pengelasan GTAW," Jurnal Teknik Perkapalan, vol. 9, no. 1, pp. 130-138, Dec. 2020.

[3] ASTM I. ASTM E8/E8M-16a: standard test methods for tension testing of metallic materials. West Conshohocken, PA, USA: ASTM International; 2016.

[4] Ian Niko Iswara Sihombing, Untung Budiaro, Ahmad Fauzan Zakki, "Pengaruh Posisi Pengelasan dan Bentuk Kampuh Terhadap Kekuatan Tarik dan Mikrografi Sambungan Las Metal Inert Gas (MIG) Pada Aluminium 6061 Sebagai Bahan Material Kapal," *J. Tek. PERKAPALAN*, vol. 7, no. 4, pp. 303–312, 2019.

[5] Rizka Azhari Yulistiawan Faruq , Sarjito Jokosisworo , Eko Sasmito Hadi, "Analisa Pengaruh Perbedaan Diameter Pin Tool Terhadap Kekuatan Tarik, Impak, Dan Mikrografi Pada Aluminium 6061 Dengan Metode Pengelasan Friction Stir Welding (FSW)," *J. Tek. PERKAPALAN*, vol. 7, no. 1, pp. 1–9, 2019.