



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Pengaruh Variasi Kampuh Las dan Arus Listrik Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Sambungan Las TIG (*Tungsten Inert Gas*) Pada Aluminium 6061

Wisnu Pranajaya¹⁾, Ari Wibawa Budi Santosa¹⁾, Untung Budiarto¹⁾

¹⁾Laboratorium Pengelasan

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*)}e-mail :wpranajaya7@gmail.com, Arikapal75@gmail.com, budiartountung@gmail.com

Abstrak

Aluminium 6061 merupakan logam paduan yang banyak digunakan dalam berbagai bidang industri sebagai rangka konstruksi. Jenis pengelasan yang tepat sangat dibutuhkan agar sambungan las aluminium yang dihasilkan dapat maksimal. Pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) adalah jenis pengelasan yang sering digunakan dalam penyambungan aluminium karena memiliki kelebihan dibandingkan jenis pengelasan lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan hasil kekuatan tarik, dan mikrografi pada aluminium 6061, setelah pengelasan TIG dengan menggunakan jenis sambungan *v-butt joint* dan *double v-butt joint* 60° dengan variasi arus listrik sebesar 140, 160, 180 A. Metode penelitian ini melakukan pengujian tarik dan mikrografi sesuai dengan standar ASTM E8. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sambungan dari pengelasan TIG memiliki kekuatan tarik rata-rata maksimum sebesar 156.55 MPa dengan regangan sebesar 24,29% pada kampuh X dengan kuat arus 160A, dan memiliki kekuatan tarik rata – rata maksimum sebesar 144.00 MPa dengan regangan 28.58 % pada kampuh V dengan kuat arus 160 A. Dapat disimpulkan bahwa Kampuh X lebih baik dibandingkan kampuh V dan pada variasi arus listrik, 160 A merupakan kuat arus terbaik yang mampu menghasilkan penetrasi maksimum pada Aluminium 6061. Nilai kekuatan tarik yang dihasilkan pada pengujian baik dari pengelasan TIG maupun MIG semuanya dibawah standar BKI (≥ 160 MPa).

Kata Kunci : Aluminium 6061, Pengelasan TIG, Kekuatan Tarik, , Struktur Mikro, Kampuh las, Arus Listrik.

1. PENDAHULUAN

Aluminium adalah logam lunak dan ringan berwarna putih keperakan yang memiliki beberapa jenis, yang diklasifikasikan dalam tiga metode, yaitu berdasarkan pembuatan dengan klasifikasi paduan cor dan paduan tempa, perlakuan panas dengan klasifikasi dapat dan tidak dapat diperlaku-panaskan, dan berdasarkan unsur-unsur paduannya. Aluminium 6061 adalah jenis logam paduan antara aluminium dengan magnesium dan silikon, yang memiliki sifat ulet, mampu dibentuk ketika di tempa, anti korosif, dan mampu las yang baik. Di bidang perkapalan, aluminium 6061 banyak digunakan sebagai rangka konstruksi, seperti rangka pada konstruksi stiffener, konstruksi panel dek pada kapal cepat aluminium, dan juga konstruksi pada bangunan lepas pantai [1]

Las TIG (*Tungsten Inert Gas*) adalah jenis pengelasan gas tungsten-arc, dimana elektrodanya hanya digunakan sebagai pengumpan busur nyala api yang tidak mencair ketika pengelasan. Tungsten Inert Gas (TIG) atau Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) menggunakan wolfram atau tungsten sebagai elektrode dan inert gas sebagai pelindung. Pengelasan Tungsten Inert Gas (TIG) atau Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) dapat dikerjakan secara otomatis ataupun manual. Untuk melindungi sambungan, lapisan kawat las atau fluks tidak diperlukan dalam pengelasan ini. Hasil las yang dihasilkan oleh GTAW pada hampir semua jenis logam bermutu tinggi. GTAW biasanya digunakan pada logam ringan seperti magnesium, aluminium, dan lain-lain serta stainless steel. [2].

Kampuh las merupakan bagian dari logam induk yang akan diisi oleh logam las, kampuh las awalnya adalah berupa kubungan las yang kemudian diisi dengan logam las.

Menurut dari hasil penelitian sebelumnya pengaruh Variasi Arus listrik pada pengelasan TIG oleh Linda Andewi menyatakan perbedaan signifikan kekuatan dan stuktur mikrografi pada variasi arus 80, 120, 160 Ampere. Pada ampere 120 diperoleh nilai tegangan tertinggi. [3].

Pada penelitian sebelumnya juga, hasil pengujian kekuatan tarik aluminium 5083 dari pengelasan GMAW dengan variasi kuat arus 130 amp, 150 amp, 170 amp, dan 200 amp menghasilkan kekuatan tarik yang berbeda, yaitu dengan arus 130 Amp kekuatan tariknya tertinggi yaitu sebesar 193,28 N/mm². [4].

Pada penelitian Zamag Syarih, hasil uji tarik menunjukkan sifat mekanis Aluminium dengan penambahan unsur Magnesium. Nilai tegangan pada paduan Al-Mg 3%, Al-Mg 5%, dan Al-Mg 7% berturut-turut adalah 161,15 MPa, 142,04 Mpa dan 91,28 MPa dan nilai regangan pada paduan Al-Mg 3%, Al-Mg 5%, dan Al-Mg 7% adalah 0,05, 0,03 dan 0,02. Nilai tegangan dan regangan dapat dilihat perbedaannya pada setiap spesimen uji. Dengan bertambahnya persen Magnesium pada pengujian tarik maka nilai tegangan dan regangan akan menurun. [5].

Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang menjadi pokok bahasan pada penelitian ini adalah pengaruh variasi kampuh dan variasi arus listrik terhadap aluminium 6061 setelah uji tarik dan bagaimana bentuk struktur mikro aluminium 6061 setelah pengelasan TIG. Batasan masalah yang digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penelitian ini adalah menggunakan aluminium 6061 dengan tebal 10 mm, menggunakan kampuh *V-Butt joint* dan *double V- Butt joint* dengan sudut 60. Jenis pengelasan yang digunakan ialah TIG dengan variasi arus 140, 160, 180. Logam pengisi / elektroda dari aluminium 6061 adalah AWS ER 5356. Total spesimen yang digunakan sebanyak 18 buah dan pengujiannya sesuai dengan standar ASTM E8.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan antara perbandingan kekuatan uji tarik kampuh X dan kampuh V dengan variasi tiga arus yang berbeda

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil terbaik antara kampuh *V-Butt joint* dan *double V- Butt joint* dalam varisai 3 arus yang berbeda.

2. METODE

2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari buku-buku referensi, jurnal, modul, artikel, internet, dan studi lapangan secara langsung.

Objek yang diteliti pada penelitian tugas akhir ini adalah Aluminium 6061, dimana aluminium jenis ini merupakan jenis aluminium yang sering digunakan sebagai rangka konstruksi, termasuk rangka konstruksi dalam bangunan kapal dan bangunan lepas pantai.

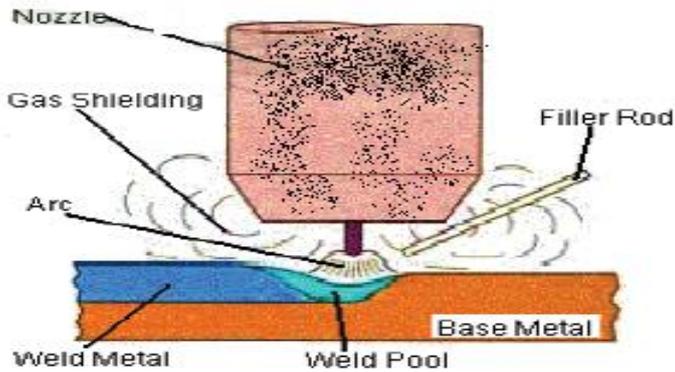


Gambar 1. Plat Aluminium 6061

Tabel 1. Material Properti Aluminium 6061 [6]

No	Aluminium 6061	
1	Poisson's Ratio	0,33
2	Modulus Of Elasticity	68.9 GPa
3	Density	2700 kg/m ³
4	Yield stress	276 MPa
5	Elongation at Break	12 %
6	Fatigue Strength	96.5 MPa
7	Tensile Strength	324 MPa

Pengelasan adalah proses penyambungan antara beberapa material logam atau non logam yang dilakukan dengan mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi yang dilakukan dengan atau tanpa menggunakan tekanan (*pressure*), serta dengan atau tanpa menggunakan logam pengisi (*filler*) yang menghasilkan sambungan yang kontinyu [7]. Pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) adalah jenis pengelasan menggunakan elektroda yang terbuat dari wolfram yang digunakan sebagai pengumpan busur nyala, serta menggunakan gas Argon sebagai pelindung oksidasi dari udara luar. Sedangkan bahan tambahan yang digunakan dalam pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) adalah bahan yang sejenis dengan material induknya [8].



Gambar 2. Skema Pengelasan TIG

Kualitas dari sambungan las sangat menentukan kekuatan dari hasil sambungan las tersebut. Pengelasan yang baik akan menghasilkan kualitas sambungan dan masukan panas (*heat input*) yang baik. Masukan panas (*heat input*) dalam pengelasan ditentukan oleh beberapa parameter pengelasan diantaranya adalah tegangan busur las, arus listrik, dan kecepatan pengelasan.

$$HI = \frac{60 \times E \times I}{v} \quad (1)$$

Dimana, HI adalah *Heat Input* (Joule/cm), *I* adalah Kuat Arus (*Ampere*), *E* adalah Tegangan Busur (volt), dan *v* adalah Kecepatan Las (cm/menit) Uji tarik adalah pengujian merusak yang dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik suatu material. Kekuatan tarik suatu material dapat diketahui apabila garis gaya berhimpit dengan garis sumbu bahan sehingga pembebanan terjadi beban tarik lurus [14]. Sifat-sifat yang dihasilkan dari pengujian tarik adalah sebagai berikut :

1. Tegangan tarik maksimum (σ)
Merupakan tegangan maksimum yang dapat ditanggung oleh material sebelum terjadinya peretakan (*fracture*).

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad (2)$$

Dimana, σ adalah Tegangan tarik maksimum (MPa, N/mm²), *P* adalah Beban Maksimum (N), dan *A₀* adalah Luas Penampang Mula-mula (mm²).

2. Regangan maksimum (*e*)
Regangan maksimum dapat menunjukkan pertambahan panjang dari suatu material setelah peretakan terhadap panjang awalnya.

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

$$\epsilon = \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100\%$$

(3)

Dimana, *L_i* adalah Panjang sesudah patah (mm), *L₀* adalah Panjang mula-mula (mm), *e* adalah Regangan (%).

3. Modulus elastisitas (*E*)
Merupakan ukuran kekakuan suatu material pada grafik tegangan-regangan. Modulus elastisitas tersebut dapat dihitung dari slope kemiringan garis elastik yang linier.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (4)$$

Dimana, *E* adalah Modulus elastisitas (MPa), σ adalah Tegangan Maksimum (KN/mm²), dan *e* adalah Regangan (%). [8]

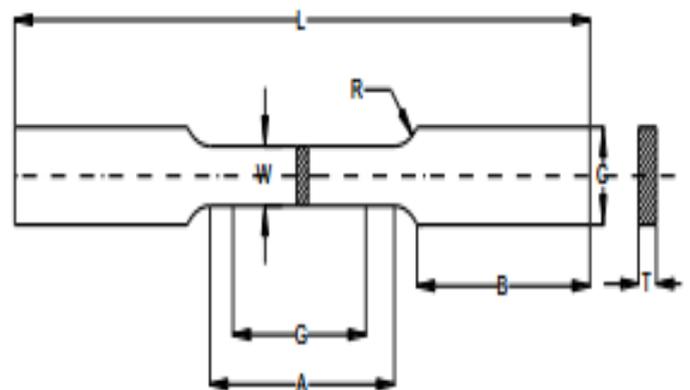
Pengujian tarik dapat menunjukkan beberapa fenomena peretakan ulet dan getas yang dapat dilihat dengan mata telanjang.

Uji mikrografi adalah pengujian visual yang dilakukan terhadap material dengan tujuan untuk memperoleh gambar yang menunjukkan struktur mikro dari sebuah logam atau paduan. Struktur mikro dari suatu logam atau paduan dapat diketahui melalui pengujian mikrografi dengan memperjelas batas-batas butir pada material sehingga dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop dan diambil gambarnya. [9]

2.2. Parameter Penelitian

1. Parameter Tetap

- Spesimen aluminium 6061
- Dimensi ukuran spesimen :



Gambar 3. Bentuk Spesimen Uji Tarik

Keterangan :	
Gage length (G)	: 50,0 mm
Length of reduced section (A)	: 57 mm
Width (W)	: 12,5 mm
Thickness (T)	: 10 mm
Radius of fillet (R)	: 12,5 mm

Overall length (L) : 200 mm
 Width of grip section (C) : 20 mm

- Tipe Pengelasan : TIG
- Diameter Elektroda Pengisi : TIG 1.6 mm
- Voltage : TIG 16 V
- Ampere : TIG 140 A
 TIG 160 A
 TIG 180 A

2. Parameter Perubahan

- Pengujian Tarik
- Pengujian Mirografi

2.3. Lokasi Penelitian

Pada penelitian Tugas Akhir ini, proses pengelasan TIG dilakukan di laboratorium las "INLASTEK WELDING INSTITUTE" Surakarta, Sedangkan proses pengujian tarik, dan mikrografi pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengelasan

Pada proses pengelasan TIG, dengan mempertimbangkan ketebalan plat dan jenis bevel las yang telah dibuat, maka digunakan jenis elektroda AWS ER 5356 1.6 mm dengan menggunakan kuat arus sebesar 140 A, 160A, 180A dan voltase sebesar 16 volt pada variasi kampuh X dan V

3.2. Hasil Pengujian Tarik (*Tensile Strength*)

Pengujian tarik dilakukan menggunakan standar uji ASTM E8 pada tanggal 29 Juni 2019 yang bertempat di Laboratorium Teknik Bahan Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik adalah nilai tegangan tarik, regangan tarik, dan modulus elastisitas, yang dapat digunakan untuk mengetahui kekuatan tarik dari material aluminium 6061 setelah dilakukan pengelasan menggunakan las TIG (*Tungsten Inert Gas*)

3.2.1 Tegangan Tarik

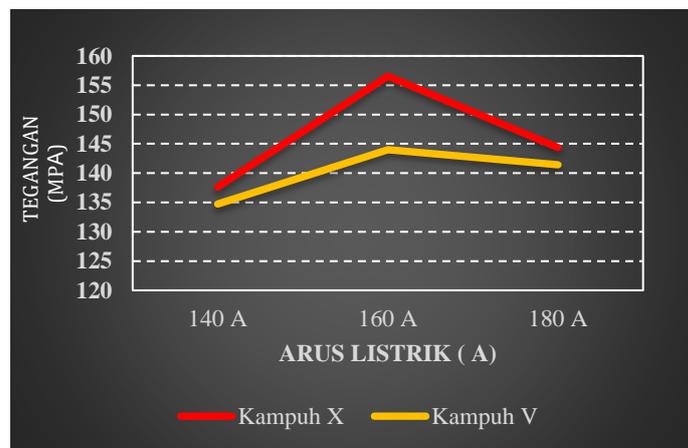
Dalam penelitian tugas akhir ini, nilai dari tegangan tarik dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui kekuatan tarik dari sambungan las aluminium 6061 setelah dilakukan pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*), dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan nilai kekuatan tarik yang dihasilkan dari kedua jenis pengelasan tersebut.

Dari pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium Teknik Bahan Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta, pada tanggal 29 Juni

2019., maka didapatkan hasil pengujian tarik sebagai berikut :

Tabel 2. Data hasil pengujian tegangan tarik

SPEKIMEN	to (mm)	wo (mm)	P Max (KN)	σ Max (N/mm ²)	σ rata- rata (N/mm ²)
X 140 - 1	10.36	12.2	18.1	143.21	137.64
X 140 - 2	10.06	12.44	18.68	149.27	
X 140 - 3	10.12	12.65	15.42	120.45	
X 160 - 1	10.17	11.62	18.24	154.35	156.55
X 160 - 2	9.93	11.03	17.12	156.31	
X 160 - 3	10.14	11.09	17.88	159	
X 180 - 1	10.14	12.12	17.79	144.76	144.38
X 180 - 2	10.14	12.04	17.84	146.13	
X 180 - 3	10.16	12.17	17.59	142.26	
V 140 - 1	10.29	11.36	15.57	133.2	134.73
V 140 - 2	10.15	10.53	15.05	140.81	
V 140 - 3	9.95	11.61	15.04	130.19	
V 160 - 1	9.99	11.65	16.9	145.21	144
V 160 - 2	10.71	11.84	17.75	139.98	
V 160 - 3	10.21	12.1	18.14	146.83	
V 180 - 1	10.44	12.24	17.61	137.81	141.42
V 180 - 2	10.1	12.91	18.61	142.72	
V 180 - 3	10.16	11.73	17.13	143.74	



Gambar 4. Grafik Tegangan Tarik

Dari pengujian yang telah dilakukan, hasil yang didapat pada diagram pengujian tarik diatas menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik maksimal yang dihasilkan dari pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebesar 156.55 pada kampuh X dengan kekuatan arus 160 A. sedangkan pada kampuh V tegangan maksimal terjadi pada arus 180 A dengan kekuatan 141.42.

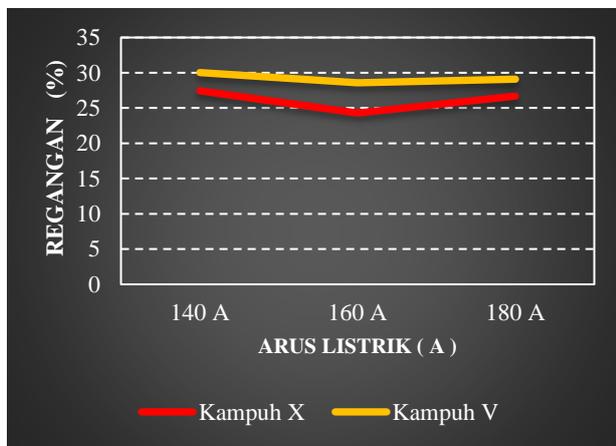
Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir ini, hasil sambungan las aluminium 6061 menggunakan pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) bahwa

kampuh X lebih baik dibandingkan dengan kampuh V secara keseluruhan dari variasi arus listrik

3.2.2 Regangan Tarik

Tabel 3. Data hasil pengujian regangan tarik

SPEKIMEN	Lo (mm)	Δl (mm ²)	Regangan (%)	σ rata-rata ((N/mm ²))
X 140 - 1	50	16.11	28.42	27.26
X 140 - 2	50	14.54	27.50	
X 140 - 3	50	13.33	25.88	
X 160 - 1	50	11.13	22.26	24.29
X 160 - 2	50	13.18	26.36	
X 160 - 3	50	12.13	24.26	
X 180 - 1	50	13.03	26.06	26.71
X 180 - 2	50	13.94	27.88	
X 180 - 3	50	13.10	26.20	
V 140 - 1	50	14.51	29.02	30.03
V 140 - 2	50	15.71	31.42	
V 140 - 3	50	14.83	29.66	
V 160 - 1	50	15.93	31.86	28.58
V 160 - 2	50	12.24	24.48	
V 160 - 3	50	14.70	29.40	
V 180 - 1	50	15.28	30.56	29.11
V 180 - 2	50	13.90	27.80	
V 180 - 3	50	14.49	28.98	



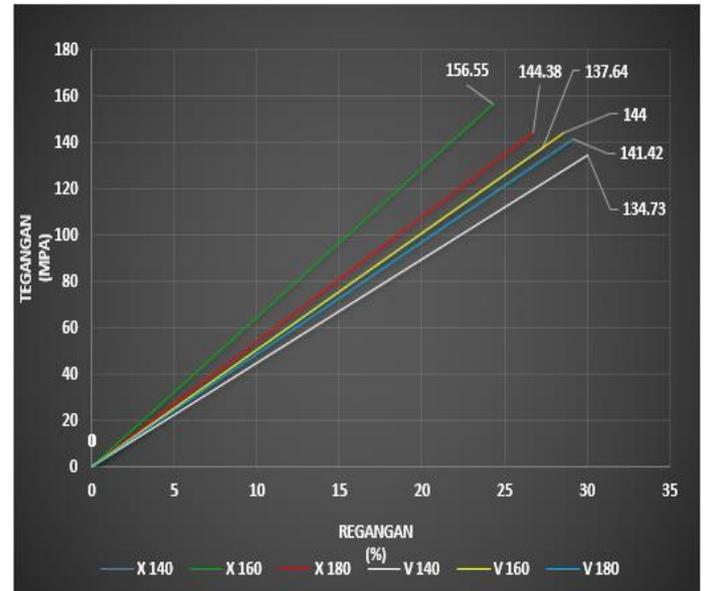
Gambar 5. Grafik Regangan Tarik

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini, maka nilai regangan tarik maksimum yang dihasilkan dari sambungan las aluminium 6061 menggunakan pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) setelah uji tarik adalah sebesar 30.03% yang dihasilkan pada spesimen berkampuh V pada 140 ampere. Sedangkan nilai regangan tarik terendah yang dihasilkan adalah sebesar 17,26 % yang dihasilkan pada pengujian spesimen berkampuh X pada 140 Ampere.

Nilai regangan tarik yang dihasilkan pada penelitian ini telah sesuai dengan teori tegangan-regangan bahwa nilai tegangan tarik berbanding

terbalik dengan nilai regangan yang dihasilkan. Semakin besar nilai tegangan tarik, maka semakin kecil nilai regangan tariknya.

3.2.3. Tegangan dan Regangan



Gambar 6. Diagram Tegangan dan Tarik

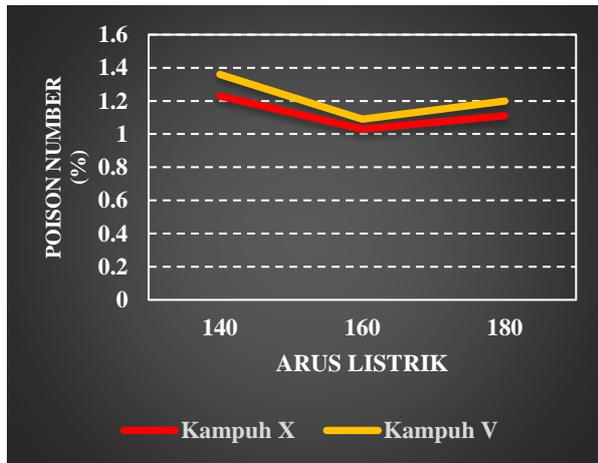
3.2.4 Poison Number

Berdasarkan dari hasil pengujian, nilai *Poison Number* terbesar yang didapatkan dari material aluminium 6061 dengan arus X 160 adalah sebesar 1.72 dengan nilai rata-rata poison number 1.36. Berdasarkan table nilai rata-rata terbesar terjadi pada pengujian las terjadi pada X 160 yakni 1.36.

Tabel 4. Data Poison Number

Spesi	(€)		(v)	(v) Rata-rata
	Trans	Long		
X140	0.62	0.21	1.10	1.23
X140	0.45	0.15	0.71	
X140	0.33	0.11	1.29	
X160	0.13	0.04	1.01	1.03
X160	0.31	0.12	1.39	
X160	0.21	0.09	1.28	
X180	0.33	0.11	1.45	1.11
X180	0.39	0.13	1.29	
X180	0.31	0.09	0.57	
V140	0.45	0.15	0.88	1.36
V140	0.57	0.19	1.20	
V140	0.48	0.16	1.20	
V160	0.59	0.20	1.34	1.09
V160	0.22	0.07	1.01	
V160	0.47	0.17	1.72	

V180	0.52	0.18	0.95	1.20
V180	0.39	0.13	1.30	
V180	0.40	0.13	1.51	



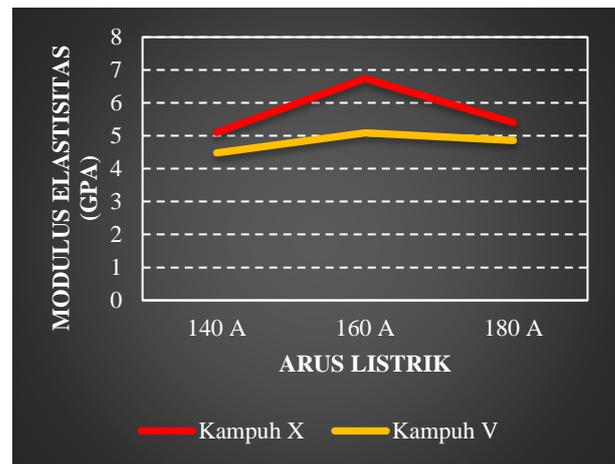
Gambar 7. Grafik Poisson Number

3.2.4 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas dapat dihitung dari slope kemiringan garis elastis yang linier. Dari pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium Teknik Bahan Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta, pada tanggal 29 Juni 2019, maka didapatkan nilai modulus elastisitas yang dihasilkan dari pengujian tarik sebagai berikut :

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Tarik (Modulus Elastisitas)

SPEKIMEN	σ Max (N/mm ²)	Regangan (%)	E (GPa)	E Rata-rata (GPa)
X 140 - 1	143.21	27.32	7.77	5.10
X 140 - 2	149.27	25.55	8.52	
X 140 - 3	120.45	28.24	7.58	
X 160 - 1	154.35	22.26	6.93	6.47
X 160 - 2	156.31	26.36	5.92	
X 160 - 3	159.00	24.26	6.55	
X 180 - 1	144.76	26.06	5.55	5.40
X 180 - 2	146.13	27.88	5.24	
X 180 - 3	142.26	26.20	5.42	
V 140 - 1	133.20	29.02	4.58	4.48
V 140 - 2	140.81	31.42	4.48	
V 140 - 3	130.19	29.66	4.38	
V 160 - 1	145.21	31.86	4.55	5.09
V 160 - 2	139.98	24.48	5.71	
V 160 - 3	146.83	29.40	4.99	
V 180 - 1	137.81	30.56	4.50	4.86
V 180 - 2	142.72	27.80	5.13	
V 180 - 3	143.74	28.98	4.95	



Gambar 8. Grafik Modulus Elastisitas

Dari diagram hasil pengujian yang telah dilakukan, nilai modulus elastisitas tertinggi pada sambungan las aluminium 6061 terhadap pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) adalah sebesar 6.47 GPa pada pengujian specimen kampuh X dengan kuat arus 160 A. Sedangkan nilai modulus elastisitas terendah pada sambungan las aluminium 6061 terhadap pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) dihasilkan pada pengujian specimen kampuh V dengan kuat arus 140 A sebesar 4.48 GPa.

3.3. Hasil Pengujian Mikrografi

Pengujian mikrografi pada penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk melihat bentuk struktur mikro dan makro pada sambungan las aluminium 6061 setelah di las menggunakan pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*), sehingga dapat diketahui perubahan struktur mikro dan jenis patahan yang terjadi pada hasil sambungan las aluminium 6061 setelah di las menggunakan pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*).

3.3.1 Struktur Mikro

Spesimen yang digunakan untuk pengujian mikrografi adalah spesimen impak dengan ukuran 55 mm x 10 mm x 10 mm sebanyak 2 buah spesimen yang terdiri dari spesimen hasil pengelasan TIG. Untuk dapat melihat bentuk struktur mikro pada sambungan las aluminium 6061, maka terlebih dahulu dilakukan perlakuan pada spesimen uji agar struktur mikro dari sambungan las aluminium dapat diamati dengan jelas menggunakan mikroskop. Pertama, spesimen di amplas hingga halus terlebih dahulu menggunakan 4 urutan lapis amplas, yaitu amplas nomer 100, 200, 400, 600 dan 1000. Setelah halus, kemudian spesimen diolesi autosol hingga mengkilap. Setelah itu, permukaan spesimen yang telah diolesi autosol kemudian diberi larutan etsa

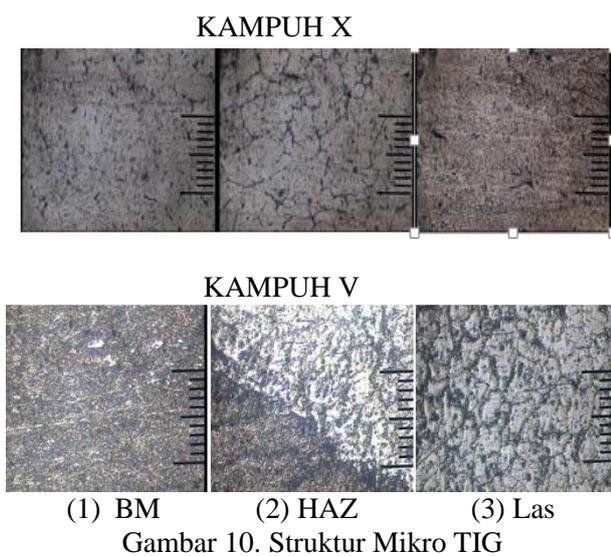
NaOH 50% agar ketika dilihat menggunakan mikroskop, struktur mikro dari sambungan las aluminium dapat terlihat dengan jelas. Selanjutnya dilakukan pengujian mikrografi untuk melihat bentuk struktur mikro dari sambungan las aluminium 6061 setelah di las menggunakan pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) dan MIG (*Metal Inert Gas*) menggunakan mikroskop dengan perbesaran 200x.

Alat yang digunakan untuk pengujian struktur mikro pada penelitian tugas akhir ini adalah “*Olympus PME 3*” yang tersedia di Laboratorium Teknik Bahan Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta.



Gambar 9. Mikroskop Olympus PME 3

Dari pengujian mikrografi pada sambungan las aluminium 6061 setelah di las menggunakan pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*), didapatkan hasil gambar struktur mikro dari sambungan las aluminium 6061 setelah di las menggunakan pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*), yaitu :



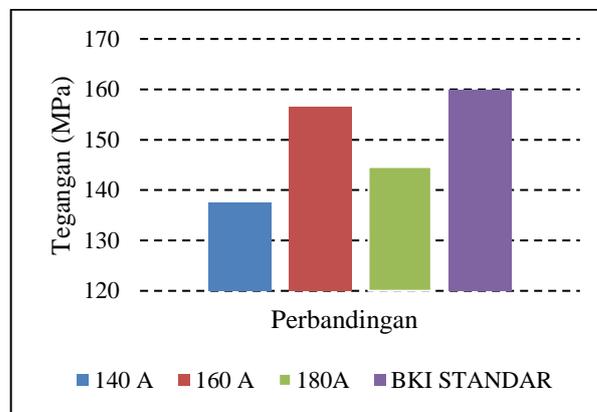
Gambar 10. Struktur Mikro TIG

Dari gambar struktur mikro yang dihasilkan dari sambungan las aluminium 6061 menggunakan las TIG, terlihat bahwa terjadi perubahan struktur mikro pada daerah las, dimana kerapatan permukaan logam yang dihasilkan pada

daerah las lebih renggang dibandingkan daerah base metal. Pada daerah HAZ (*Heat Afected Zone*), terlihat jelas batas antara daerah base metal dengan daerah las yang memiliki bentuk permukaan yang berbeda. Hal ini disebabkan karena masukan panas (*heat input*) yang dihasilkan ketika pengelasan terlalu besar yang menyebabkan kerapatan permukaan pada daerah HAZ (*Heat Afected Zone*) dan daerah las membentuk rongga yang lebih besar dibandingkan pada daerah base metal.

3.4. Perbandingan Hasil Uji dengan Standar BKI

Pada hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, nilai kekuatan tarik yang dihasilkan pada sambungan las aluminium 6061 menggunakan las (*Tungsten Inert Gas*), tidak ada yang memenuhi standar nilai kuat tarik BKI. Menurut BKI pada “*Rules For The Classification and Construction, Part 1 Vol VI: Rules for Welding, Section 5: Welding Consumables and Auxilliary Materials*”, sambungan las aluminium 6061 harus mempunyai standar nilai kuat tarik (*Tensile Strength*) ≥ 160 MPa. Nilai kekuatan tarik yang dihasilkan pada pengujian yang dilakukan pada sambungan las aluminium 6061, baik dari pengelasan



Gambar 11 . Grafik Perbandingan Hasil Uji dengan Standar BKI [10]

Penurunan nilai kekuatan tarik dan regangan pada sambungan las aluminium 6061 dibandingkan dengan standar BKI dapat diakibatkan karena kualitas sambungan yang dihasilkan ketika proses pengelasan tidak maksimal. Hal ini dapat disebabkan karena beberapa faktor, seperti arus yang digunakan, elektroda yang digunakan, maupun ketrampilan dari juru las (*welder*) itu sendiri, sehingga kedepannya perlu perhatian lebih ketika proses pengelasan agar hasil yang didapatkan dapat maksimal.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil setelah dilakukan pengujian tarik dan mikrografi pada sambungan las aluminium 6061 menggunakan pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) adalah Kekuatan tarik maksimum yang dihasilkan dari sambungan las TIG (*Tungsten Inert Gas*) adalah sebesar 156.55 N/mm^2 pada kampuh X dengan kekuatan arus 160 A yang menghasilkan regangan terendah sebesar $24.29 \text{ (N/mm}^2)$ Kekuatan tarik minimum yang dihasilkan dari sambungan las TIG (*Tungsten Inert Gas*) adalah sebesar 137.64 N/mm^2 pada kampuh X dengan kekuatan arus 140 A yang menghasilkan regangan tertinggi sebesar $27.26 \text{ (N/mm}^2)$ Kekuatan tarik maksimum yang dihasilkan dari sambungan las TIG (*Tungsten Inert Gas*) adalah sebesar 144.00 N/mm^2 pada kampuh V dengan kekuatan arus 160 A yang menghasilkan regangan terendah sebesar $28.58 \text{ (N/mm}^2)$

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Surdia dan S. Saito, *Pengetahuan Bahan Teknik*, 1999.
- [2] H. Wiryosumarto dan T. Okumura, "Teknologi Pengelasan Logam," 2000.
- [3] R. B. Majanasastra, Analisis Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Hasil Proses Hydroforming Pada Material Tembaga (Cu) C84800 Dan Aluminium Al 6063, *J. Imiah Tek. Mesin Univ. Islam 45 Bekasi*, pp. 19–29, 2016.
- [4] R. P. Putra, "Pengaruh Arus Listrik Dan Temperatur Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impact Alumunium 5083 Pengelasan GMAW (Gas Metal Arc Welding)," *Pengaruh Arus List. Dan Temp. Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impact Alumunium 5083 Pengelasan GMAW (GAS Met. ARC Welding)*, vol. vol 4, p. no 1, 2016.
- [5] Z. Syari, "Analisa Kekuatan Tarik Paduan Aluminium Dengan Magnesium Pada Dudukan Shockbreaker Ukuran 70 X 30 X 30 mm" Vol 01 No. 02 Tahun 2018, 14-19. 2018
- [6] ASTM E23/E23-07a^{E1}. *Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials*. USA, 2007.
- [7] H. Okumura, *Teknologi Pengelasan Logam*. jakarta: Pradnya paramita, 2000.
- [8] ASM Aerospace Specification Metals Inc. *ASM Material Data Sheet*. 2018 Tersedia dari: <http://asm.matweb.com/search/SpecificMaterial.asp?bassnum=ma6061t6>. (05Februari 2018).
- [9] R. Setiaji. *Pengujian Tarik*. Jakarta: Laboratorium Metalurgi Fisik FTUI, 2009.
- [10] Biro Klasifikasi Indonesia, 2013, "*Rules for the Classification and Construction: Volume VI Rules for Welding*", Jakarta.