

# Pengaruh Arus Terhadap Sifat Mekanik Aluminium Pada Pengelasan GTAW

Azwinur<sup>1\*</sup>, Marzuki<sup>2</sup>, Usman<sup>3</sup>, Jenne Syarif<sup>4</sup>, Zuhaimi<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

<sup>1</sup> [azwinur@pnl.ac.id](mailto:azwinur@pnl.ac.id) (penulis korespondensi)

**Abstrak**—Aluminium merupakan salah satu material yang sekarang banyak digunakan untuk pengelasan karena material ini mempunyai sifat mekanik yang baik, tahan korosi, bobot yang ringan dan mampu didaur ulang. Masalah yang terjadi pada pengelasan aluminium adalah adanya lapisan pasif atau lapisan oksida Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang memiliki afinitas terhadap oksigen yang tinggi. Lapisan oksida ini juga bersifat isolator dimana dapat menghambat mengalirnya arus dalam pengelasan. Besarnya kuat arus pada proses pengelasan sangat mempengaruhi jumlah masukan panas, penentrasi las dan tegangan busur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan sifat mekanik logam hasil las dengan variasi arus pengelasan pada aluminium Al-6061 menggunakan proses las GTAW. Tahapan metode penelitian yang dilakukan adalah melakukan proses pengelasan GTAW pada sambungan material aluminium dengan variasi arus 120A, 140A dan 160A. *Filler rod* yang digunakan adalah AWS A5.10/ ER-5356 dan gas argon dengan volume aliran 15 l/m. Selanjutnya hasil las tersebut dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui nilai kekuatan sambungan las. Hasil penelitian menunjukkan bahwa besarnya arus pengelasan mempengaruhi kekuatan sambungan pengelasan dari segi sifat mekanik terutama nilai kekuatan tarik material ketika menerima beban dan juga mempengaruhi regangan atau elongasi suatu bahan. Nilai kekuatan tarik paling tinggi adalah pada kuat arus 160A sebesar 9,83 Kgf/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah adalah pengelasan menggunakan kuat arus 120A dengan nilai sebesar 9,73 Kgf/mm<sup>2</sup>. Sambungan las yang paling ulet atau ductil adalah pengelasan menggunakan arus 120A.

**Kata kunci**— Aluminium 6061, ER-5356, Pengelasan GTAW, Kuat Arus, Kuat Tarik

**Abstract**— Aluminum is a material that is now widely used for welding because this material has good mechanical properties, is corrosion resistant, is light in weight and can be recycled. The problem that occurs in aluminum welding is the presence of a passive layer or layer of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oxide which has a high affinity for oxygen. This oxide layer is also an insulator which can inhibit the flow of current in welding. The amount of current in the welding process greatly affects the amount of heat input, weld concentration and arc stress. The purpose of this study was to determine changes in the mechanical properties of welded metal with variations in welding current on aluminum Al-6061 using the GTAW welding process. The stages of the research method carried out were to carry out the GTAW welding process on aluminum material joints with current variations of 120A, 140A and 160A. The filler rods used were AWS A5.10 / ER-5356 and argon gas with a flow volume of 15 l/m. Furthermore, the result of the weld is carried out a tensile test to determine the strength value of the weld joint. The results show that the magnitude of the welding current affects the strength of the welding joint in terms of mechanical properties, especially the value of the tensile strength of the material when receiving loads and also affects the strain or elongation of a material. The highest tensile strength value is at a current strength of 160A of 9.83 Kgf / mm<sup>2</sup>, while the lowest tensile strength value is welding using a current strength of 120A with a value of 9.73 Kgf / mm<sup>2</sup>. The most ductile or ductile welded joints are welding using a current of 120A.

**Keywords**—Aluminium 6061, ER-5356, GTAW welding process, Welding current strength, Tensile strength test

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Salah satu material logam yang sering digunakan dalam industri manufaktur adalah aluminium. Sifatnya yang lebih ringan dari baja, tahan korosi, dan memiliki konduktivitas listrik yang baik membuat material ini biasanya digunakan dalam pembuatan komponen pesawat terbang, galangan kapal, serta body otomotif. Penggunaan aluminium dalam dunia industri semiakin meningkat, oleh karena itu pengembangan sifat dan karakteristik material ini juga harus ditingkatkan secara berkala. Aluminium murni memiliki kekuatan yang rendah sehingga harus dipadukan dengan unsur lain untuk memperbaiki sifat mekaniknya. Aluminium paduan terdiri dari beberapa kelompok berdasarkan unsur yang memiliki komposisi persentase terbesar dalam paduan. Aluminium seri 1xxx merupakan jenis aluminium dengan Fe dan Si sebagai unsur paduan terbesarnya.

Pengelasan aluminium dapat dilakukan dengan berbagai macam proses, salah satunya dengan proses Gas Tungsten Arc Welding (GTAW). Proses pengelasan ini menggunakan gas mulia seperti Argon atau Helium sebagai gas pelindung untuk mencegah Oksigen dan Hidrogen masuk ke daerah lasan

sehingga nama lainnya adalah las tungsten gas mulia atau Tungsten Inert Gas (TIG). Tungsten digunakan sebagai elektroda tidak terumpan (non-consumable) dan busur listriknya timbul antara batang elektroda dan logam induk. Pengelasan GTAW ini memiliki beberapa keunggulan. Jika dibandingkan dengan proses pengelasan aluminium jenis lain seperti Gas Metal Arc Welding (GMAW), beberapa diantaranya adalah kualitas hasil lasan yang baik dan pengaturan kecepatan pengumpanan logam pengisi [1].

Namun hasil pengelasan aluminium dengan proses GTAW masih sering dijumpai cacat las yang menurunkan sifat mekanik seperti kekuatan tarik dan kekerasan hasil lasan. Beberapa faktor yang mempengaruhi sifat mekanik hasil lasan adalah penentuan parameter dalam proses pengelasan yaitu kuat arus, tegangan, pemilihan logam pengisi (*filler*) [2].

Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh kuat arus proses pengelasan GTAW terhadap sifat mekanik material aluminium 6061. Sifat mekanik yang akan dianalisis adalah kekuatan tarik.

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium seri 6061 dengan logam pengisi ER 5356. Kuat arus yang divariasikan adalah 120 A, 140 A, 160 A. Dalam proses

pengelasan, tegangan dan kecepatan pengelasan dianggap konstan. Gas Argon digunakan dalam proses pengelasan GTAW adalah 15 l/m. Tipe sambungan yang dipakai adalah single V-butt joint.

**B. Tinjauan Pustaka**

Aluminium merupakan logam non-ferrous yang banyak digunakan dalam industri manufaktur, otomotif, dan industri rumah tangga. Hal ini berdasarkan sifat karakteristik yang dimiliki oleh aluminium. Sifat-sifat tersebut terdiri dari sifat fisik, sifat kimia, dan sifat mekanik [3].

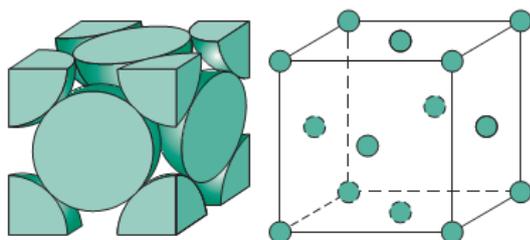
**a. Sifat Fisik**

Aluminium memiliki massa jenis yang ringan yaitu 2,7 g/cm<sup>3</sup> dan titik cair sebesar 600°C. Koefisien konduktivitas termal Aluminium lebih besar enam kali dari konduktivitas termal baja, sehingga masukan panas (*heat input*) pada pengelasan logam non-ferrous ini harus lebih tinggi dan terkonsentrasi dibandingkan pengelasan baja. Selain itu, koefisien pemuaian termal yang dimiliki aluminium adalah dua kali lebih besar dari baja. Pada saat temperatur tinggi, Aluminium tidak mengalami perubahan warna seperti pada baja sehingga sulit untuk *welder* menentukan kapan material tersebut telah mencapai titik leburnya.

Aluminium merupakan logam yang memiliki afinitas kimia yang kuat terhadap oksigen sehingga akan cepat teroksidasi dan membentuk lapisan oksida Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Alumina) pada permukaannya ketika berinteraksi ke udara bebas. Tujuan terbentuknya lapisan adalah melindungi aluminium dari lingkungan yang korosif. Lapisan alumina merupakan lapisan oksida yang sangat keras dan memiliki titik lebur yang tinggi yaitu sebesar 2052°C. Lapisan ini bersifat insulator dan berpori pada permukaannya.

**b. Sifat mekanik**

Aluminium dalam bentuk murni memiliki kekuatan yang rendah dengan kekuatan luluh dan kekuatan tarik masing-masing sebesar 34,5 N/mm<sup>2</sup> dan 90 N/mm<sup>2</sup>. Modulus elastisitas yang dimiliki Aluminium adalah sebesar 69.000 MPa dan mampu menyerap energi pada pembebanan impak yang tinggi. Aluminium memiliki mampu bentuk yang baik. Dengan susunan struktur kristalnya berupa Face Centered Cubic (FCC) maka material ini mudah untuk dibentuk dengan proses deep drawing dan ekstrusi. Pada saat pemanasan dan pendinginan, aluminium tidak mengalami perubahan struktur kristal.



Gambar 1. Struktur Kristal FCC [4]

**c. Sifat mampu-las**

Berdasarkan sifat-sifat fisiknya, maka aluminium memiliki beberapa sifat yang kurang baik dalam pengelasan. Sifat tersebut diantaranya adalah sukar untuk meleburkan antara logam induk dan logam las karena lapisan alumina yang

terbentuk memiliki titik cair yang tinggi. Selain itu, koefisien muai yang besar memudahkan terjadinya deformasi sehingga akan membentuk retak-panas jika dipadukan dengan paduan yang memiliki sifat getas panas. Massa jenis paduan aluminium yang ringan, akan membuat zat-zat yang tidak dikehendaki terbentuk dan mengendap selama proses pengelasan. Namun, sifat las yang menjadi kelemahan ini dapat diatasi dengan pengelasan menggunakan gas mulia seperti Argon atau Helium sebagai gas pelindung [5].

Paduan aluminium dapat diklasifikasikan dalam dua kategori utama, yaitu paduan cor dan paduan tempa. Pengklasifikasian selanjutnya akan didasarkan pada komposisi penyusun unsur paduannya. Pengklasifikasian aluminium paduan tempa mengacu pada British Standard Institution, CEN. Tiap paduan dideskripsikan dalam 4 digit angka.

**a. Aluminium murni (seri 1xxx)**

Aluminium dengan kemurnian antara 99,0% dan 99,9%. Selain memiliki sifat ketahanan korosi yang baik, konduktivitas listrik dan termalnya juga tinggi. Kelemahan aluminium jenis ini adalah kekuatan yang rendah sehingga diperlukan penguatan logam seperti strain hardening untuk meningkatkan kekuatannya. Unsur paduan utama yang terkandung dalam aluminium jenis ini adalah Besi (Fe) dan Si (Silikon). Aluminium jenis ini biasanya digunakan sebagai reflektor, alat-alat kimia, heat exchanger, konduktor listrik dan kapasitor.

**b. Paduan Aluminium-Tembaga (seri 2xxx)**

Unsur paduan utama yang terkandung dalam paduan ini adalah Tembaga, dan terkadang Magnesium sebagai unsur tambahan kedua. Aluminium jenis ini memerlukan perlakuan panas untuk menyamai bahkan meningkatkan sifat mekanik baja karbon rendah. Dalam beberapa kasus, perlakuan presipitasi panas (*aging*) juga dibutuhkan untuk meningkatkan kekuatan luluhnya. Paduan ini memiliki ketahanan korosi yang rendah dibandingkan paduan aluminium seri lainnya, sifat mampu las terbatas. Oleh karena itu, paduan ini biasanya digunakan konstruksi pesawat terbang.

**c. Paduan Aluminium-Mangan (seri 3xxx)**

Mangan (Mn) adalah unsur tambahan utama yang terkandung pada paduan jenis ini. Dibandingkan dengan seri 1xxx, paduan ini memiliki kekuatan 0,2 kali lebih besar. Cara untuk meningkatkan sifat mekaniknya adalah hanya dapat dilakukan dengan pengerjaan dingin dan proses pembuatannya karena paduan aluminium jenis ini tidak dapat diperlakukan panas. Material ini biasanya digunakan untuk peralatan dapur, heat exchanger, furnitur, dan aplikasi arsitektur lainnya.

**d. Paduan Aluminium-Silikon (seri 4xxx)**

Paduan Al-Si termasuk paduan aluminium yang tidak dapat diperlakukan panas. Unsur paduan utamanya adalah Silikon (Si), yang dapat ditambahkan maksimal 12% untuk memiliki sifat mampu alir yang baik dalam keadaan cair tanpa menimbulkan kegetasan dalam proses pembekuan. Oleh karena itu, paduan aluminium-silikon ini biasanya digunakan sebagai kawat las dalam pengelasan aluminium. Paduan ini memiliki koefisien muai termal yang rendah dan ketahanan aus yang tinggi sehingga biasanya digunakan sebagai bahan pembuatan piston.

e. *Paduan Aluminium-Magnesium (seri 5xxx)*

Paduan jenis ini mengandung Magnesium (Mg) sebagai unsur paduan utama. Meskipun tidak dapat diperlakukan panas, paduan seri 5xxx memiliki ketahanan korosi yang baik terutama korosi oleh air laut dan juga baik dalam sifat mampu-las. Aplikasi paduan jenis ini biasanya digunakan dalam struktur otomotif, kapal, tank kriogenik, dan peralatan rumah tangga.

f. *Paduan Aluminium-Magnesium-Silicon (seri 6xxx)*

Silikon (Si) dan Magnesium (Mg) adalah dua unsur paduan utama pada aluminium jenis ini. Pembentukan Magnesium Silicide ( $Mg_2Si$ ) membuat paduan ini dapat diperlakukan panas. Walaupun tidak sekuat paduan jenis 2xxx, aluminium paduan jenis ini memiliki mampu bentuk, mampu las, mampu mesin, dan ketahanan korosi yang baik. Paduan aluminium seri 6xxx biasanya digunakan pada aplikasi arsitektur, railing jembatan, rangka sepeda, dan peralatan transportasi lainnya.

g. *Paduan Aluminium-Seng (7xxx)*

Paduan ini terdiri dari 1%-8% Seng sebagai unsur paduan utama. Sejumlah unsur Magnesium (Mg), Tembaga (Cu), Chromium (Cr) biasanya ditambahkan ke dalam paduan ini untuk meningkatkan kekuatan. Paduan jenis ini dapat diperlakukan panas. Meskipun kekuatan tarik yang dicapai dapat melebihi 50 Kg/mm<sup>2</sup>, paduan aluminium jenis ini memiliki ketahanan korosi dan sifat mampu las yang rendah. Aluminium seri 7xxx biasanya digunakan pada struktur rangka pesawat.

*Las Busur Gas*

Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu.

Las busur gas merupakan salah satu cara pengelasan dengan menghembuskan gas ke daerah lasan guna melindungi busur dan logam yang mencair terhadap udara luar. Gas yang digunakan sebagai pelindung diantaranya adalah Helium (He), gas Argon (Ar), gas Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan campuran dari gas-gas tersebut. (Sonawan, 2004).

Berdasarkan jenis elektroda yang digunakan, las busur gas diklasifikasikan menjadi dua kategori utama yaitu kategori elektroda terumpan dan kategori elektroda tidak terumpan. Elektroda terumpan adalah elektroda yang turut mencair dan menghasilkan listrik pada saat proses pengelasan busur berlangsung. Sedangkan elektroda tak terumpan adalah elektroda yang menghasilkan listrik tanpa ikut mencair pada saat berlangsungnya proses pengelasan.

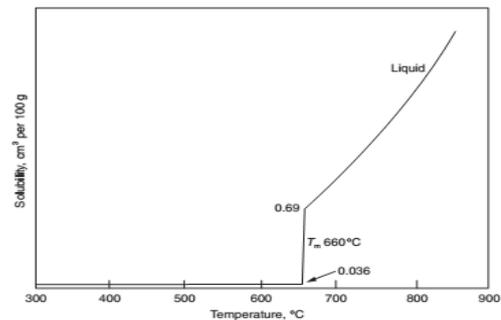
Las busur gas yang tergolong dalam kategori las dengan elektroda terumpan terdiri dari las Metal Inert Gas (MIG), las busur CO<sub>2</sub>. Sedangkan las GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) termasuk dalam kategori las dengan elektroda tidak terumpan.

*Pengelasan Aluminium*

Pengelasan pada aluminium dan paduannya dapat dilakukan dengan berbagai macam jenis pengelasan. Namun salah satu metode pengelasan yang paling banyak digunakan dalam pengelasan aluminium adalah las busur gas mulia atau Gas Tungstern Arc Welding (GTAW). Dalam pengelasan aluminium, terdapat syarat-syarat proses pengelasan yang

harus dipenuhi agar hasil lasan memiliki kualitas yang baik. Syarat tersebut adalah[6]:

1. Masukan pans yang intens dan terlokalisasi untuk mengatasi konduktivitas termal yang tinggi, panas spesifik, dan panas laten paduan aluminium.
2. Lapisan oksida pada permukaan yang memiliki titik lebur tinggi harus dapat dirusak dan terperangkap membentuk inklusi dalam manik las (weld bead).
3. Koefisien pemuai panas aluminium relatif tinggi sehingga menyebabkan muncul distorsi yang dapat dikurangi dengan penggunaan kecepatan pengelasan yang tinggi.
4. Porositas pada manik las setelah pembekuan harus dihindari dengan mengurangi kandungan gas Hidrogen yang masuk pada proses pengelasan aluminium karena kelarutannya yang tinggi dalam aluminium cair.

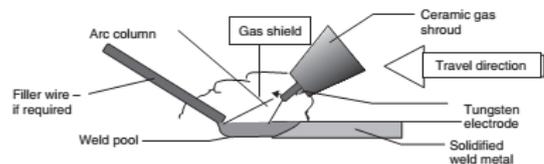


Gambar 2. Kelarutan Hidrogen dalam aluminium[3]. Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)

Salah satu metode yang digunakan untuk pengelasan Aluminium dan paduannya adalah *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW). Metode ini menggunakan Tungsten sebagai elektroda tidak terumpan dan gas mulia untuk melindungi elektroda. Gas mulia yang digunakan adalah gas Argon atau Helium yang disemburkan melalui *torch* untuk mencegah oksigen atau nitrogen masuk ke dalam cairan las yang dapat menimbulkan porositas.

Material yang dilas menggunakan GTAW pada umumnya membutuhkan arus searah (*Direct Current*) dengan muatan negatif pada Tungsten dan logam lasan dihubungkan dengan muatan positif. Namun pada pengelasan Aluminium, sumber arus yang digunakan adalah arus bolak-balik (*Alternating Current*). Dalam pengelasan dengan arus AC, busur akan bekerja ketika elektrode bermuatan positif dan logam lasan bermuatan negatif sehingga dapat merusak lapisan oksida yang terbentuk pada permukaan Aluminium untuk mempermudah proses pengelasan.

Keuntungan GTAW jika dibandingkan dengan proses pengelasan lainnya adalah proses pengelasan yang bersih karena sedikitnya oksidasi, pengontrolan heat input yang mudah, tidak ada percikan las, dan distorsi yang timbul sangat rendah.



Gambar 3. Skema Pengelasan GTAW[2].

Keberhasilan proses pengelasan GTAW sangat ditentukan oleh parameter pengelasan, diantaranya adalah kuat arus, tegangan busur, kecepatan, dan gas pelindung. Jumlah energi yang dihasilkan oleh busur sebanding dengan arus dan tegangan, jumlah bahan las yang dideposisikan per satuan panjang berbanding terbalik dengan kecepatan pengelasan. Busur yang dihasilkan dengan gas pelindung Helium lebih dalam daripada dengan gas Argon [6].

a. Kuat Arus

Arus pengelasan adalah salah satu parameter dalam proses pengelasan yang akan menentukan penetrasi lasan. Penetrasi lasan akan memberikan pengaruh pada sifat mekanik hasil lasan. Penggunaan arus yang rendah akan menghasilkan penetrasi las yang rendah, namun arus yang terlalu tinggi juga akan menghasilkan manik las yang terlalu lebar sehingga menimbulkan deformasi lasan.

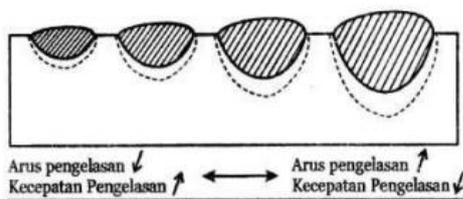
Pengelasan GTAW dapat menggunakan arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC). Pemilihan arus ini tergantung pada jenis material yang akan dilas. Arus searah dengan elektroda pada bagian negatif dapat menghasilkan penetrasi yang cukup dalam dan kecepatan las yang lebih tinggi.

b. Tegangan Busur

Faktor yang mempengaruhi tegangan busur adalah arus busur, jarak antara elektroda tungsten dengan bahan induk, jenis gas pelindung, dan bentuk ujung elektroda tungsten. Tegangan arus dipengaruhi oleh variabel lainnya dan digunakan untuk menjelaskan prosedur las karena mudah diukur. Variabel lainnya seperti gas pelindung, elektroda dan jenis arus telah ditentukan sebelumnya, maka tinggal tegangan busur saja yang digunakan untuk mengendalikan panjang busur meskipun tegangan busur merupakan variabel yang sulit dipantau.

c. Kecepatan pengelasan

Kecepatan pengelasan mempengaruhi lebar laju las dan kedalaman penetrasi GTAW. Pada beberapa aplikasim kecepatan pengelasan dipandang sebagai obyektif bersama variabel lainnya dipilih untuk mendapatkan konfigurasi las yang dikehendaki pada kecepatan tertentu.



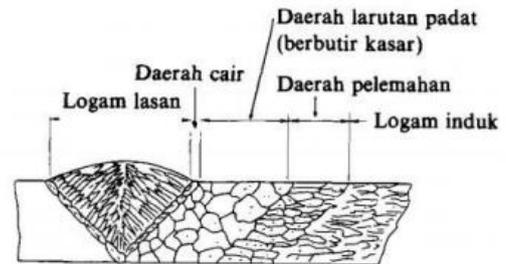
Gambar 4. Pengaruh Kecepatan Pengelasan terhadap penetrasi dan lebar laju las [8].

d. Gas pelindung

Gas pelindung (gas mulia) adalah gas yang tidak bereaksi dengan logam maupun gas lainnya. Gas ini dipakai sebagai pelindung busur dan logam panas ketika dilakukan proses pengelasan. Gas pelindung yang biasa digunakan di dalam pengelasan GTAW diantaranya adalah gas Argon dan Helium.

Pada daerah lasan akan terdapat siklus termal akibat proses pemanasan dan pendinginan. Daerah hasil pengelasan yang memiliki siklus termal tersebut dibagi menjadi tiga bagian yaitu :

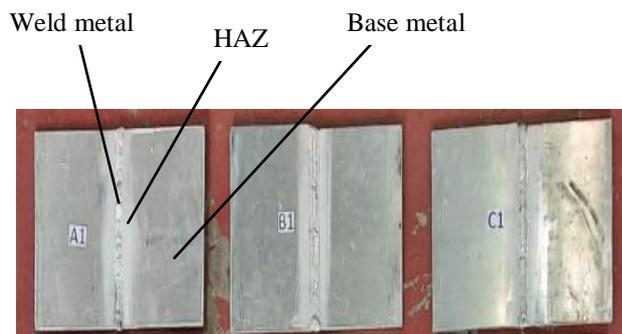
1. Daerah lasan (*weld metal*)  
Daerah pada logam yang mencair pada saat pengelasan, dan terjadi pencampuran kemudian akan membeku. Daerah khusus yang membatasi antara daerah lasan dan dengan daerah pengaruh panas disebut daerah fusi (*fusion line*).
2. Daerah pengaruh panas (*Heat Affected Zone*)  
Daerah pada logam yang mengalami perubahan struktur mikro akibat siklus termal pemanasan dan pendinginan yang cepat.
3. Daerah logam induk (*base metal*)  
Daerah pada logam yang tidak mengalami perubahan sifat dan struktur mikro akibat temperatur pengelasan.



Gambar 5. Struktur Mikro Daerah Las Paduan Aluminium yang dapat dipelajari panas [5].

II. METODOLOGI PENELITIAN

Bagian Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah potongan pelat Aluminium 6061. Metode awal adalah pembentukan material untuk proses pengelasan dengan dimensi material yang di las 200x150x5 mm. Kemiringan sudut kampuh sebesar 30°. Pengelasan sambungan material menggunakan proses las GTAW dengan filler (logam pengisi) ER 5356. Material yang dilas sebanyak 3 spesimen dengan variasi kuat arus 120 A, 140 A, 160 A.

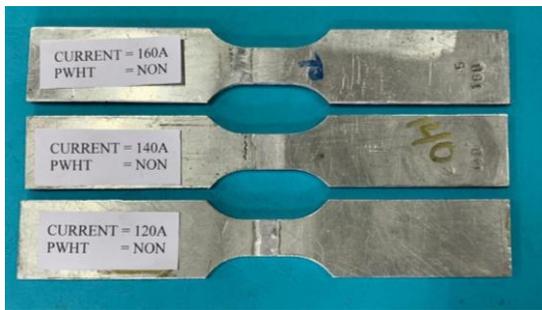
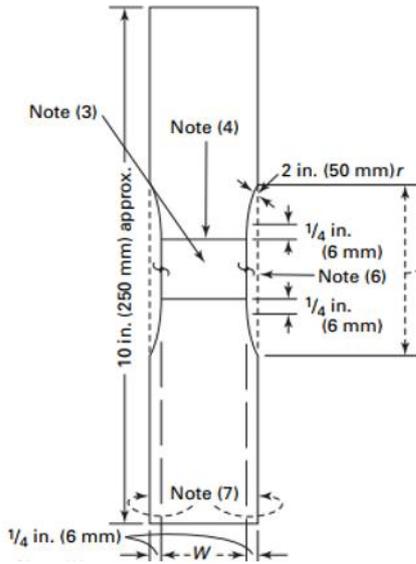


Gambar 6. Aluminium hasil pegelasan GTAW. (A1) Arus 120A. (B1) Arus 140A. (C1) Arus 160A

TABEL. 1  
KOMPOSISI KIMIA AL 6061 [7]

Komponen	Jumlah (%)
Aluminium	97,32
Magnesium (Mg)	0.8-1.2
Silicon (Si)	0.4-0.8
Iron (Fe)	Max. 0,7
Copper (Cu)	0.15-0.4
Zinc (Zn)	Max. 0.25
Titanium (Ti)	Max. 0.15
Manganese (Mn)	Max. 0.15
Chromium (Cr)	0.04-0.05
Bahan lain	0.02

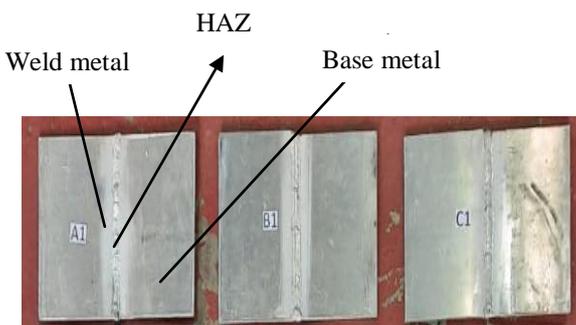
Setelah dilakukan pengelasan, selanjutnya pembuatan specimen uji tarik menggunakan standar ASME [9] seperti gambar dibawah ini.



Gambar 7. Spesimen Uji.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk Hasil pengelasan material aluminium menggunakan arus 120 A, 140 A, 160 A proses las GTAW dengan bahan tambah 5356 terlihat secara visual bahwa terjadi proses sambungan yang sempurna dimana tidak terjadi cacat pada permukaan sambungan material. Dengan demikian ketiga arus ini bisa digunakan untuk mengelas material aluminium tersebut. Hasil dari proses pengelasan aluminium seperti gambar di bawah ini.



Gambar 8. Aluminium hasil pegelasan GTAW. (A1) Arus 120A. (B1) Arus 140A. (C1) Arus 160A

Setelah pengelasan dilakukan pembuatan specimen uji tarik seperti gambar berikut ini:



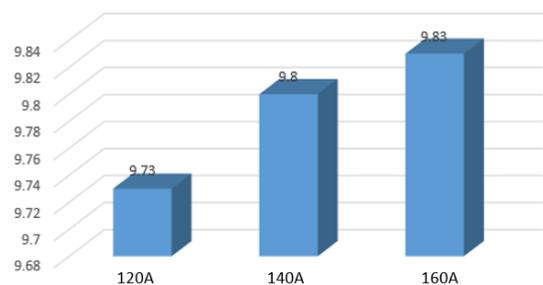
Gambar 9. Gambar spesimen Uji Tarik

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa semua specimen putusya di luar area pengelasan atau *weld metal*, ini menunjukkan bahwa parameter pengelasan sudah benar dan ketiga arus tersebut dapat digunakan untuk penyambungan material Aluminium 6061 menggunakan *filler rod* 6061. Namun diperlukan penelitian dengan pengujian tarik untuk mendapat salah satu arus terbaik untuk memperoleh kekuatan sambungan las yang tinggi.

Berdasarkan hasil pengujian Tarik yang telah dilakukan maka diperoleh data kekuatan tarik dari tiap hasil lasan dengan kuat arus yang berbeda yaitu 120 A, 140 A, 160 A.

TABEL 2.  
DATA PENGUJIAN TARIK

Arus	$\sigma_u$ (Kgf/mm <sup>2</sup> )	e (%)
120 A	9.77	11.79
120 A	9.68	11.83
Rata-Rata	9.73	11.81
140 A	9.98	10.56
140 A	9.62	10.30
Rata-Rata	9.80	10.43
160 A	9.92	9.03
160 A	9.74	9.67
Rata-Rata	9.83	9.35

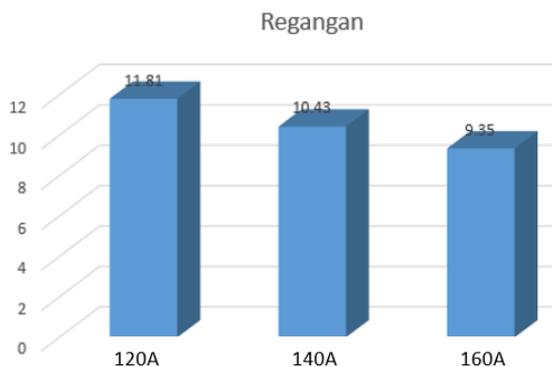


Gambar 10. Grafik kekuatan tarik hasil lasan material Aluminium 6061 terhadap kuat arus pengelasan.

Berdasarkan histogram, nilai kekuatan tarik paling tinggi adalah pada kuat arus 160 A sebesar 9,83 Kgf/mm<sup>2</sup>, kemudian diikuti oleh kuat arus 140 A dengan nilai kekuatan tarik sebesar 9,80 Kgf/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kekuatan tarik

terendah adalah pengelasan menggunakan kuat arus 120 A dengan nilai sebesar 9,73 Kgf/mm<sup>2</sup>. Dari data hasil uji tarik menunjukkan bahwa semakin tinggi arus maka semakin tinggi nilai kekuatan tarik sambungan pengelasan aluminium tipe 6061, hal ini disebabkan semakin tinggi arus listrik pada proses pengelasan maka masukan panas (*heat input*) juga semakin besar sehingga nilai kekuatan tarik semakin tinggi yang juga nilai kekuatan tarik ini juga dipengaruhi oleh tipe *filler rod* yang dipakai dan metode pendinginan yang dilakukan, dimana *filler rod* yang digunakan adalah tipe 5356 dengan metode pendinginan *normalizing* atau pendinginan di udara bebas.

Disamping pengujian nilai kekuatan tarik juga di lakukan pengujian regangan hasil pengelasan Aluminium 6061. Regangan/ elongasi (*elongation*) penting dilakukan untuk menunjukkan keuletan atau *ductility* bahan yang biasanya dinyatakan perpanjangannya dalam persentase. Data ini menunjukkan besarnya pertambahan panjang yang dapat diberikan oleh bahan sampai terjadinya putus. Data grafik regangan seperti berikut ini.



Gambar 11. Grafik nilai regangan hasil lasan material Aluminium 6061 terhadap kuat arus pengelasan (1=120A, 2=140A, 3=160A).

Berdasarkan histogram diatas, nilai regangan paling tinggi adalah pada kuat arus 120 A sebesar 11,81%, kemudian diikuti oleh kuat arus 140 A dengan nilai kekuatan tarik sebesar 10,43%, sedangkan nilai regangan terendah adalah pengelasan menggunakan kuat arus 160 A dengan nilai sebesar 9,35%. Dari data hasil uji tarik menunjukkan bahwa semakin tinggi arus maka semakin rendah nilai regangan sambungan pengelasan aluminium tipe 6061. Berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa sambungan las yang paling ulet atau *ductil* adalah pengelasan menggunakan arus 120A, hal ini sangat dipengaruhi oleh kuat arus yang digunakan karena menggambarkan besarnya masukan panas yang diberikan pada saat proses pengelasan dan juga dipengaruhi oleh proses pendinginan yang dilakukan menggunakan metode *normalizing* yang dapat mempengaruhi struktur mikro material sehingga berubahnya ukuran butir dari material tersebut pada saat pendinginan secara alami.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian pengaruh kuat arus terhadap sifat mekanik hasil lasan Aluminium 6061 dapat disimpulkan bahwa:

1. Kuat arus pengelasan mempengaruhi nilai kekuatan tarik dan regangan material, nilai kekuatan tarik paling tinggi adalah pada kuat arus 160 A sebesar 9,83 Kgf/mm<sup>2</sup>, kemudian diikuti oleh kuat arus 140 A dengan nilai kekuatan tarik sebesar 9,80 Kgf/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah adalah pengelasan menggunakan kuat arus 120 A dengan nilai sebesar 9,73 Kgf/mm<sup>2</sup>.
2. Berdasarkan data menunjukkan bahwa sambungan las yang paling ulet atau *ductil* adalah pengelasan menggunakan arus 120A

#### REFERENSI

- [1] A. Rahmatika, S. Ibrahim, M. Hersaputri, and E. Aprilia, "Studi pengaruh variasi kuat arus terhadap sifat mekanik hasil Pengelasan GTAW aluminium 1050 dengan filler ER 4043," *J. Polimesin*, vol. 17, no. 1, pp. 47–54, 2019
- [2] A. Aditia, N. Nurdin, and A. S. Ismy, "Analisa kekuatan sambungan material AISI 1050 dengan ASTM A36 dengan variasi arus pada proses pengelasan SMAW," *J. Weld. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–4, 2019
- [3] Mathers, G. *The Welding of Aluminium and Its Alloy*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd. 2002
- [4] Callister Jr, William D. *Materials Science And Engineering An. Introduction*, 7th Edition, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc. 2007.
- [5] Wiryosumarto, Harsono dan Okumura, T. *Teknologi pengelasan Logam*. Jakarta: pradnya. 2002.
- [6] Ramzy, Salman S. *Studi Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Filler metal Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik pada Proses Pengelasan GTAW Aluminium seri 1100*. Skripsi. Program Studi Teknik Metalurgi dan Material, Institut Teknologi dan Sains Bandung. 2017.
- [7] Sri Widharto. *Petunjuk Kerja Las*. Jakarta: Pradnya Paramita. 2006.
- [8] Suratman, R. dan Sonawan W. *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*, PT. Alfabeta, Bandung. 2006.
- [9] ASME Section 1. *BPVC on Boiler*. New York: Two Park Avenue. 2013