



## **STUDI PENGARUH VARIASI KUAT ARUS TERHADAP SIFAT MEKANIK HASIL PENGELASAN GTAW ALUMINIUM 1050 DENGAN FILLER ER 4043**

**Amelia Rahmatika<sup>1</sup>, Setiani Ibrahim<sup>2</sup>, Megarini Hersaputri<sup>3</sup>, Ely Aprilia<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknologi Pengelasan dan Fabrikasi, Institut Teknologi dan Sains Bandung  
Jl.Ganesha Boulevard, LOT-A1 CBD Kota Deltamas, Cikarang Pusat (Km.37) Kabupaten Bekasi.  
Phone: 0889 366 8668, e-mail: amelia.rahmatika@gmail.com

### **Abstrak**

Industri manufaktur di Indonesia sedang mengalami perkembangan yang sangat pesat. Perkembangan industri manufaktur sangat erat kaitannya dengan proses penyambungan logam melalui teknik pengelasan. Material Aluminium dan paduannya adalah salah satu jenis logam yang banyak digunakan dalam industri karena memiliki beberapa keunggulan sifat, diantaranya adalah ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik. Namun kelemahan material ini yaitu sukar untuk dilas. Penentuan parameter las sangat penting dalam proses pengelasan. Kuat arus las merupakan salah satu parameter proses pengelasan yang akan mempengaruhi sifat mekanik hasil lasan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik sambungan las Aluminium 1050 menggunakan parameter kuat arus dengan variasi nilai kuat arus yaitu 125 A, 150 A, dan 175 A. Metode pengelasan yang diterapkan pada penelitian ini adalah pengelasan GTAW dengan ER 4043 sebagai logam pengisinya. Pengujian kekuatan tarik dan pengujian kekerasan telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kuat arus terhadap sifat kekuatan tarik dan kekerasan pada sambungan lasan. Berdasarkan pengujian tarik, kekuatan tarik tertinggi dicapai pada kuat arus 125 A dengan nilai 81,8 MPa. Hasil pengujian mikro Vickers menunjukkan bahwa nilai kekerasan pada daerah lasan selalu lebih besar dibandingkan nilai kekerasan di daerah HAZ dan logam induk untuk setiap kuat arus. Nilai kekerasan tertinggi pada daerah lasan sebesar 69 HV diperoleh pada kuat arus terbesar yaitu 175 A.

**Kata Kunci :** Aluminium 1050, Pengelasan GTAW, Kuat Arus, Kekerasan, Kuat Tarik.

### **Abstract**

*The manufacturing industry in Indonesia is experiencing very rapid development. The development of the manufacturing industry is very closely related to the process of connecting metals through welding. Aluminum material and its alloys are one type of metal that is widely used in industry because it has several advantages in properties, including being lightweight and having good corrosion resistance. But the weakness of this material is that it is difficult to weld. Determination of welding parameters is very important in the welding process. Welding current strength is one of the welding process parameters that will affect the mechanical properties of welds. This study was conducted to determine the mechanical properties of aluminium 1050 welded joints using current strength parameters with variations in the current strength of 125 A, 150 A, and 175 A. The welding method applied in this study is GTAW with ER 4043 as its filler metal. Tensile strength testing and hardness testing have been carried out to determine the effect of strong current variations on the properties of tensile strength and hardness in weld joints. Based on tensile testing, the highest tensile strength was achieved at 125 A current with a value of 81.8 MPa. The Vickers micro test results show that the hardness value in the weld area is always greater than the hardness value in the HAZ region and the parent metal for each current strength. The highest hardness value in the weld area of 69 HV is obtained at the largest current strength of 175 A.*

**Keywords :** Aluminium 1050, GTAW welding process, Welding current strength, Hardness, Tensile strength test.

### **1. Pendahuluan**

Industri manufaktur di Indonesia saat ini sedang mengalami perkembangan yang sangat ekspansif. Hal ini tercermin dari data World Bank tahun 2017 yang menyatakan bahwa Indonesia memperoleh peringkat ke-5 dunia dengan kontribusi sektor manufaktur terhadap perekonomian negara di atas rata-rata yaitu sebesar 21%. Data lain riset yang berorientasi pada sektor industri manufaktur. Industri manufaktur sangat erat

menunjukkan, Produk Domestik Bruto (PDB) sektor manufaktur Indonesia merupakan yang terbesar di kawasan negara ASEAN. Berdasarkan prestasi yang telah diraih, pemerintah Indonesia berkomitmen untuk lebih memacu perkembangan industri manufaktur dengan melaksanakan peta jalan making 4.0. Salah satu upaya yang harus dilakukan adalah dengan memperbanyak kegiatan dan pengembangan kaitannya dengan proses penyambungan logam. Tujuan penyambungan logam adalah

menggabungkan atau menyatukan dua bagian logam atau lebih untuk memudahkan pekerjaan dan menekan biaya produksi. Terdapat berbagai jenis metode teknik penyambungan logam, salah satunya yaitu pengelasan. Pengelasan adalah metode penyambungan logam yang banyak digunakan dalam industri manufaktur. Hampir seluruh proses produksi permesinan dan struktur menggunakan metode pengelasan karena kekuatan sambung yang baik, tidak memerlukan proses yang lama, serta biaya yang relatif murah.

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 semakin 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 pengumpulan logam pengisi.

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).

Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian pengaruh kuat arus dan logam pengisi (filler) dalam proses pengelasan GTAW material aluminium dengan tujuan untuk mengetahui sifat mekanik pada logam induk, daerah lasan, dan

daerah pengaruh panas (*heat affected zone*). Sifat mekanik yang akan dianalisis adalah kekuatan tarik dan kekerasan.

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium seri 1050 dengan logam pengisi ER 4043. Kuat arus adalah 125 A, 150 A, 175 A. Dalam proses pengelasan, tegangan dan kecepatan pengelasan dianggap konstan. Gas Argon digunakan dalam proses pengelasan GTAW. Tipe sambungan yang dipakai adalah single V-butt joint. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian komposisi kimia, pengujian kekuatan tarik, pengujian kekerasan.

## 2. Studi Literatur

### 2.1. Paduan Aluminium

#### 2.1.1. Karakteristik Aluminium

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[1]

##### a. Sifat Fisik

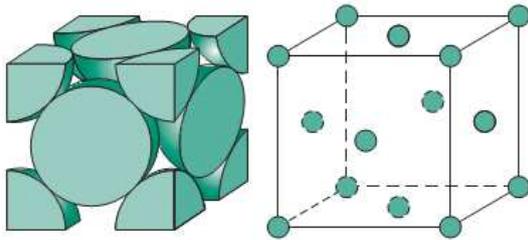
Aluminium memiliki massa jenis yang ringan yaitu  $2,7 \text{ g/cm}^3$  dan titik cair sebesar  $600^\circ\text{C}$ . Koefisien konduktivitas termal Aluminium lebih besar enam kali dari konduktivitas termal baja, sehingga masukan panas (*heat input*) pada pengelasan logam non-ferrous ini harus lebih 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  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (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  $2052^\circ\text{C}$ . 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  $34,5 \text{ N/mm}^2$  dan  $90 \text{ N/mm}^2$ . Modulus elastisitas yang dimiliki Aluminium adalah sebesar  $69.000 \text{ MPa}$  dan mampu menyerap energi pada pembebanan impak yang tinggi. Aluminium memiliki kemampuan 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[2]

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[3].

### 2.1.2. Klasifikasi Aluminium dan paduan

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 kekuatannya. 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.

## 2.2. 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.

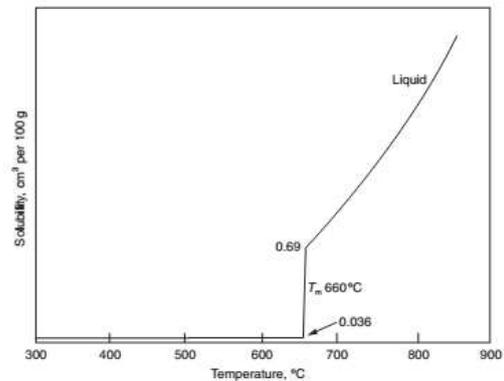
Las busur gas yang tergolong dalam kategori las dengan elektroda terumpan terdiri dari las Metal Inert Gas (MIG), las busur CO<sub>2</sub>. Sedangkan las GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) termasuk dalam kategori las dengan elektroda tidak terumpan.

## 2.3. 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 Tungsten Arc Welding (GTAW). Dalam pengelasan aluminium, terdapat syarat-syarat proses pengelasan yang harus dipenuhi agar hasil lasan memiliki kualitas yang baik. Syarat tersebut adalah [4]:

1. Masukkan panas 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 pemuaian 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.



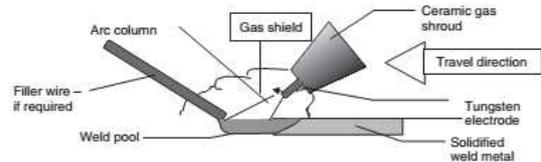
Gambar 2. Kelarutan Hidrogen dalam aluminium [1].

### 2.3.1 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 disebarkan 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 [1].

### 2.3.2. Parameter Pengelasan GTAW

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[5].

#### a. Kuat Arus

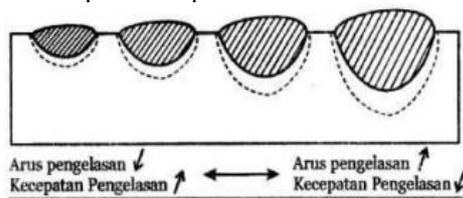
Arus pengelasan adalah salah satu parameter dalam proses pengelasan yang akan menentukan penetrasi lasan. Penetrasi lasan akan memberikan pengaruh pada sifat mekanik hasil lasan. Penggunaan arus yang rendah akan menghasilkan penetrasi las yang rendah, namun arus yang terlalu tinggi juga akan menghasilkan 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 aplikasi 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[6].

#### 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.

### 2.4 Metalurgi Pengelasan

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*)

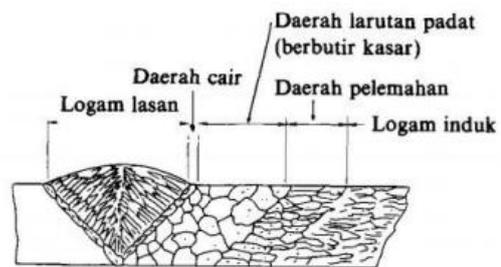
Daerah pada logam yang mencair pada saat pengelasan, dan terjadi pencampuran kemudian akan membeku. Daerah khusus yang membatasi antara daerah lasan dan dengan daerah pengaruh panas disebut daerah fusi (*fusion line*).

#### 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 diperlakukan panas[3].

### 3. Metodologi Penelitian

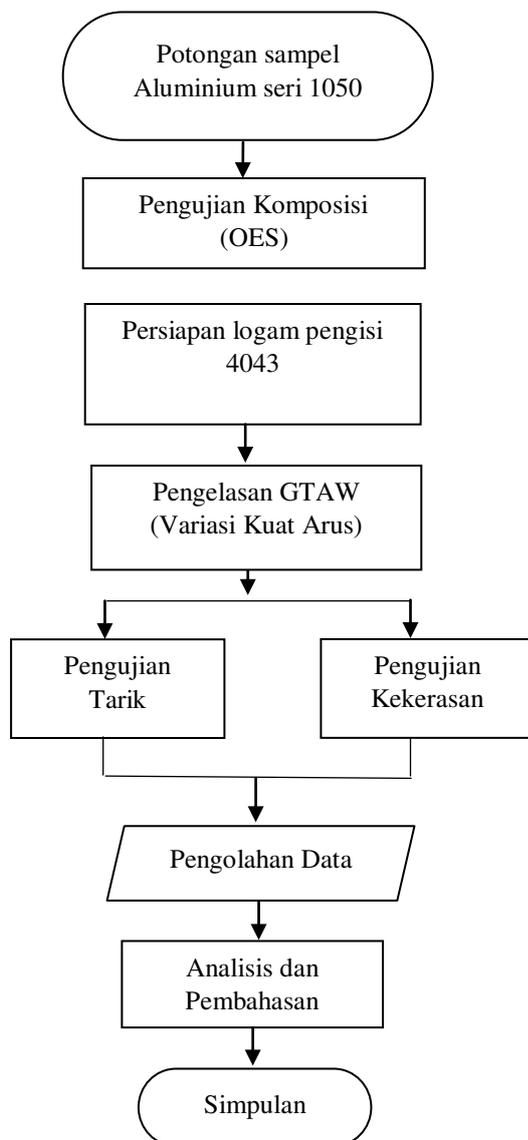
Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah potongan pelat Aluminium 1050. Proses pengelasan menggunakan metode GTAW dengan *filler* (logam pengisi) ER 4043 yang komposisi kimianya dapat dilihat pada Tabel 1 dan variasi kuat arus 125 A, 150 A, 175 A.

Tabel 1. Komposisi Kimia Filler ER 4043

Unsur	Wt %
Si	4,8
Fe	0,2
Cu	0,02
Mn	<0,01
Mg	0,01
Zn	0,02
Ti	0,01
Al	Balance

Pengujian hasil lasan yang dilakukan adalah pengujian kekuatan tarik dan pengujian kekerasan. Pengujian tarik dibuat berdasarkan ASTM B-557 (*American Standard Testing Materials*) yang dilakukan di Balai Besar Bahan dan Barang Teknik. Untuk pengujian kekerasan dilakukan pada daerah logam induk (base metal), daerah terpengaruh panas (HAZ), dan daerah lasan. Pengujian ini menggunakan mikro Vickers FM-100e dan dilakukan di Laboratorium Pengujian Material Politeknik Manufaktur Bandung.

### 3.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Spesimen Pengujian

Spesimen yang digunakan untuk pengujian pada penelitian ini adalah spesimen untuk pengujian Tarik dan Spesimen untuk pengujian kekerasan Mikro Vickers.



Gambar 7. Spesimen Uji Tarik



Gambar 8. Spesimen Uji Keras

## 4. Hasil dan Pembahasan

### a. Hasil Pengujian Komposisi Kimia Paduan Aluminium 1xxx

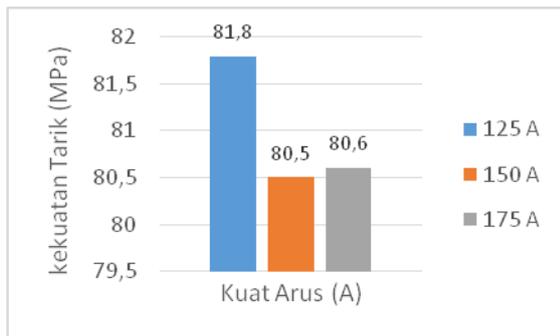
Berdasarkan hasil pengujian komposisi kimia dengan Spektrometer Emisi Optik (*Optical Emission Spectroscopy*) dapat disimpulkan bahwa material yang digunakan adalah Aluminium 1050. Hal ini dapat dilihat bahwa setiap unsur yang didapatkan sesuai dengan standar ASTM B221 spesifikasi Paduan Aluminium 1050.

Tabel 2. Komposisi Kimia Paduan Aluminium 1050

Unsur	Nilai (%)	
	OES	ASTM B221 (AA 1050)
Si	0,23	0,25
Fe	0,47	0,40
Cu	0,10	0,05
Mn	0,01	0,05
Mg	0,01	0,05
Zn	0,004	0,05
Ti	0,02	0,03
Al	99,146	balance

### b. Pengaruh Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las

Hasil pengujian tarik yang telah dilakukan maka diperoleh data kekuatan tarik dari tiap hasil lasan dengan kuat arus yang berbeda yaitu 125 A, 150 A, 175 A. Spesimen pengujian tarik menggunakan standard ASTM B557. Hasil pengujian tarik ditunjukkan pada gambar 9.

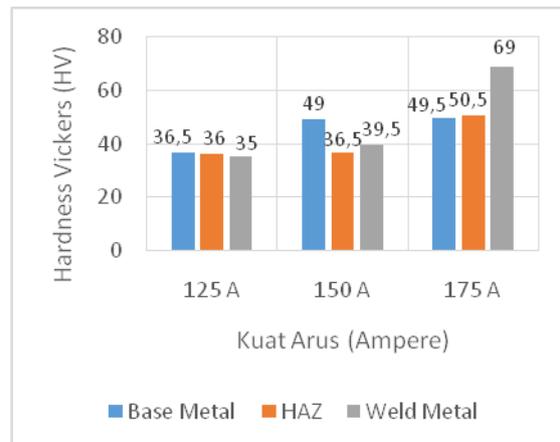


Gambar 9. Histogram Kekuatan Tarik Hasil Lasan Material Aluminium 1050 terhadap Kuat Arus Pengelasan

Berdasarkan histogram, kuat arus 125 A menghasilkan kekuatan tarik sambungan las sebesar 81,8 MPa, kuat arus dinaikkan menjadi 150 A kekuatan tariknya menurun menjadi 80,5 MPa, dan kuat arus 175 A menyebabkan kekuatan tariknya bernilai 80,6 MPa. Oleh karena itu data menunjukkan bahwa semakin tinggi kuat arus las yang diterapkan pada pengelasan Aluminium 1050 maka kekuatan tariknya akan semakin menurun. Hal ini disebabkan semakin tinggi arus listrik pada proses pengelasan maka masukan panas (*heat input*) juga semakin besar sehingga nilai kekuatan tarik akan mengalami penurunan. Nilai kekuatan tarik yang paling besar adalah pada hasil lasan yang menggunakan kuat arus 125 A yaitu 81,8 MPa.

### c. Pengaruh Kuat Arus terhadap Nilai Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan ditunjukkan pada gambar 10. Berdasarkan histogram, nilai kekerasan pada daerah lasan (*weld metal*) meningkat seiring dengan besarnya kuat arus yang digunakan. Namun nilai kekerasan pada logam induk pada kuat arus 150 A dan 175 A tidak terlalu mengalami kenaikan yang signifikan karena logam induk tidak terkena panas saat proses pengelasan. Pada tiap kuat arus, nilai kekerasan daerah lasan konsisten lebih besar dibandingkan kekerasan pada daerah HAZ dan logam induk. Hal ini disebabkan adanya unsur Silikon yang terkandung dalam filler ER 4043 mengalami presipitasi pada daerah yang menerima input panas paling besar sehingga kekerasan pada daerah HAZ akan mengalami penurunan dibandingkan di daerah lasan. Nilai kekerasan tertinggi di daerah lasan diperoleh pada kuat arus 175 A, yaitu 69 HV. Semakin besar kuat arus, maka nilai kekerasan pada daerah lasan akan semakin meningkat.



Gambar 10. Histogram Nilai Kekerasan Hasil Lasan Material Aluminium 1050 terhadap Kuat Arus Pengelasan

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian pengaruh kuat arus terhadap sifat mekanik hasil lasan Aluminium 1050 dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil pengujian tarik, nilai kekuatan tarik logam lasan menurun dibandingkan logam induk dikarenakan masukan panas (*heat input*) pada proses pengelasan akan menurunkan kekuatan logam. Nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 81,8 MPa diperoleh pada kuat arus 125 A.
2. Dari hasil pengujian keras, nilai kekerasan pada daerah lasan selalu lebih besar dibandingkan pada daerah HAZ dan logam induk di setiap kuat arus. Semakin tinggi kuat arus, maka semakin besar nilai kekerasan pada daerah lasan. Nilai kekerasan terbesar di daerah lasan sebesar 69 HV diperoleh pada kuat arus yang tertinggi yaitu 175 A.
3. Dari hasil pengujian tarik dan pengujian kekerasan maka kuat arus yang paling optimal untuk digunakan pada pengelasan Aluminium 1050 adalah 125 A. Hal ini disebabkan nilai kekuatan tarik paling tinggi 81,8 MPa dan nilai kekerasan pada daerah lasan paling rendah yaitu 35 HV.

## Daftar Pustaka

- [1] Mathers, G. *The Welding of Aluminium and Its Alloy*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd. 2002
- [2] Callister Jr, William D. *Materials Science And Engineering An. Introduction*, 7th Edition, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc. 2007.
- [3] Wiryosumarto, Harsono dan Okumura, T. *Teknologi pengelasan Logam*. Jakarta: pradnya. 2002.
- [4] 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.

- [5] Sri Widharto. *Petunjuk Kerja Las.* Jakarta: Pradnya Paramita. 2006.
- [6] Suratman, R. dan Sonawan W. *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam,* PT. Alfabeta, Bandung. 2006.
- [7] ASTM B221-14. 2014. *Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy, Extruded Bars, Rods, Wire, Profiles, and Tubes.* ASTM International, West Conshohocken, PA.