

# Pengaruh Besar Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Sambungan *Butt-Joint* Las MIG Pada Aluminium Paduan

Yulianto Dwi Yoga Prasetya\*<sup>1</sup>, Wartono<sup>1</sup>, Djoko Suprijanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta  
Jalan Babarsari Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281

e-mail: [siployoga13@gmail.com](mailto:siployoga13@gmail.com), [wartono@sttnas.ac.id](mailto:wartono@sttnas.ac.id), [djoko.suprijanto@sttnas.ac.com](mailto:djoko.suprijanto@sttnas.ac.com)

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pengelasan terhadap kekuatan tarik dan kekerasan sambungan Metal Inert Gas (MIG) pada aluminium paduan, serta mengetahui variasi arus pengelasan yang memberikan perbedaan pengaruh terbesar terhadap sifat mekanis dan struktur mikro setelah pengelasan. Metode pengelasan menggunakan pengelasan Metal Inert Gas (MIG) posisi mendatar atau flat, dengan spesimen plat strip aluminium paduan dan kampuh V 60°, variasi yang digunakan adalah variasi arus menggunakan 105 A, 115 A, 125 A. Hasil pengujian komposisi aluminium dengan paduan Magnesium (Mg) dan Mangan (Mn) termasuk kategori seri 5xxx. Hasil pengujian struktur mikro yang terbentuk di daerah logam las Al dan Mg-Mn berbentuk butiran-butiran kecil, Pada daerah las atau weld metal Al tersebar tidak merata dan banyak terlihat butiran-butiran kecil Mg-Mn, pada daerah HAZ Al menyebar tidak merata dan semakin besar arus pengelasan maka Mg-Mn semakin banyak menyebar dan menggumpal, pada daerah base metal Al menyebar merata sedangkan Mg-Mn hanya berupa butiran-butiran kecil. Semakin tinggi arus Pengelasan Mg-Mn menyatu membentuk butiran besar. Hasil pengujian kekerasan tertinggi pada daerah weld metal terdapat pada variasi arus 105 Ampere 74,2 kg/mm<sup>2</sup>. Selanjutnya hasil uji tarik menunjukkan nilai tarik tertinggi pada spesimen nomor 3 arus 125 Ampere 273.43 MPa.

**Kata Kunci :** Aluminium, Arus, MIG, Sifat Mekanis, Struktur Mikro.

## Abstract

This study aims to determine the effect of welding on tensile strength and hardness of the metal connection of MIG on aluminium alloys, as well as knowing the variation of welding currents that give the greatest difference in influence on mechanical properties and microstructure after welding. Welding method using Metal Inert Gas (MIG) welding flat position, with aluminium strip alloy plate and V 60° specimens, the variation used are variations of currents namely 105 A, 115 A, 125 A. The results of the study of aluminium composition with Magnesium (Mg) and Mangan (Mn) alloy are in the 5xxx series category. The results of the microstructure research formed in the weld metal is spread unevenly and many small granules, in the weld metal area of Al and Mg-Mn in the form of small granules, in the weld area or Al weld metal is spread unevenly and many small granules are seen Mg-Mn, in the HAZ area Al spreads unevenly and the greater the welding current, the more Mg-Mn spreads and clumps, Al base metal spreads evenly while Mg-Mn in only small grains. The higher the welding current Mg-Mn fused to form large granules. The highest hardness test results on the weld metal are found in the current variation of 105 Ampere 74,2 kg/mm<sup>2</sup>. Furthermore the tensile test result show the highest tensile value in specimen number 3 current 125 Ampere 273.43 MP.

**Keywords :** Aluminium, Flow, MIG, Mechanical Properties, Micro Structures.

## 1. PENDAHULUAN

Berdasarkan definisi dari *Deutsche Industrie Normen (DIN)* las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas, dalam proses penyambungan ini ada kalanya disertai dengan tekanan dan material tambahan (*filler material*). Pengelasan berperan sangat penting dalam proses produksi, instalasi, perawatan dan perbaikan konstruksi baja.

Pengelasan *Metal Inert Gas (MIG)*, dalam las logam mulia, kawat las pengisi yang juga berfungsi sebagai elektroda diumpun secara terus menerus, busur listrik terjadi antara kawat pengisi dan logam induk, gas pelindung yang digunakan adalah gas argon, helium atau campuran keduanya, untuk memantapkan busur kadang-kadang ditambahkan O<sub>2</sub> antara 2 sampai 5% atau CO<sub>2</sub> antara 5 sampai 20%. Dalam banyak hal penggunaan las *MIG* sangat menguntungkan, hal ini disebabkan karena sifat-sifatnya yang baik. Karena hal tersebut di atas, maka las *MIG* banyak digunakan dalam praktik terutama untuk pengelasan baja-baja kualitas tinggi seperti naja tahan karat, baja kuat dan logam-logam bukan baja yang tidak dapat dilas dengan cara yang lain.

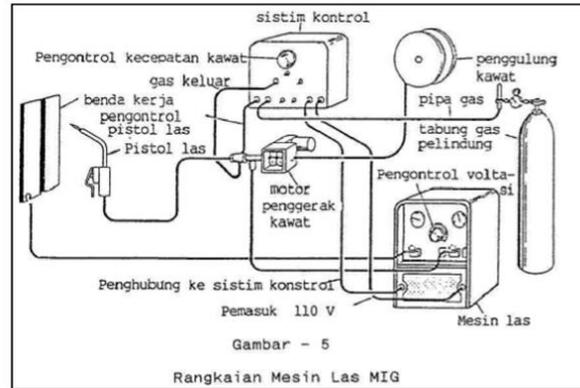
Aluminium dan paduan aluminium termasuk logam ringan yang memiliki kekuatan tinggi, tahan terhadap karat dan merupakan konduktor listrik yang cukup baik. Aluminium dan paduannya memiliki sifat mampu las yang kurang baik. Hal ini disebabkan oleh sifat aluminium itu sendiri seperti konduktivitas panas yang tinggi, koefisien muai yang sangat besar, reaktif dengan udara membentuk lapisan aluminium *oxide* serta berat jenis dan titik cairnya yang rendah (Wiryosumarto, 2000).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh besar arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan kekerasan pada sambungan *butt joint* pengelasan *Metal Inert Gas (MIG)* dengan bahan aluminium paduan tebal 6 mm menggunakan *filler* ER 5356 diameter 0,8 mm.

Pengelasan *MIG* adalah pengelasan dengan gas nyala yang dihasilkan berasal dari busur nyala listrik, yang dipakai sebagai pencair metal yang dilas dan metal penambah. Sebagai pelindung oksidasi dipakai gas pelindung yang berupa gas kakal (inert) atau CO<sub>2</sub>. *MIG* digunakan untuk mengelas logam, sedangkan gas pelindungnya adalah menggunakan karbon dioxide CO<sub>2</sub>. Seperti halnya pada las listrik *TIG*, pada alas listrik *TIG* juga panas ditimbulkan oleh busur listrik antara dua electron dan bahan dasar. Elektroda merupakan gulungan kawat yang berbentuk rol yang gerakannya diatur oleh pasangan roda gigi yang digerakan oleh motor listrik. Gerakan dapat diatur sesuai dengan keperluan. Tingkai las dilengkapi dengan nosel logam untuk menghubungkan gas pelindung yang dialirkan dari botol gas melalui selang gas. Gas yang dipakai adalah CO<sub>2</sub> untuk pengelasan baja lunak dan baja. Argon atau campuran argon dan helium untuk pengelasan aluminium dan baja tahan karat.

Proses pengelasan *MIG* ini dapat secara semi otomatis atau otomatis. Semi otomatis dimaksud pengelasan secara manual, sedangkan otomatis adalah pengelasan yang seluruhnya dilaksanakan secara otomatis. Elektroda keluar melalui tangkai bersama-sama dengan gas pelindung.

Pengelasan *MIG* secara luas digunakan setiap kali dibutuhkan peleburan/penyatuan logam dengan kecepatan tinggi dan sedang. Teknik ini menggunakan arus DC yang nyala diantara bagian yang dikerjakan dan kawat elektroda, dimana elektroda ini fungsinya secara simultan adalah sebagai pembawa tenaga dan sumber filler logam. Gas pelindung melingkupi arc, proses pemindahan tetesan dan leburan logam dari pengaruh atmosfer, pengelasan *GMAW* disebut juga dengan *Metal Inert Gas (MIG)*. (Ausaid, 2001).



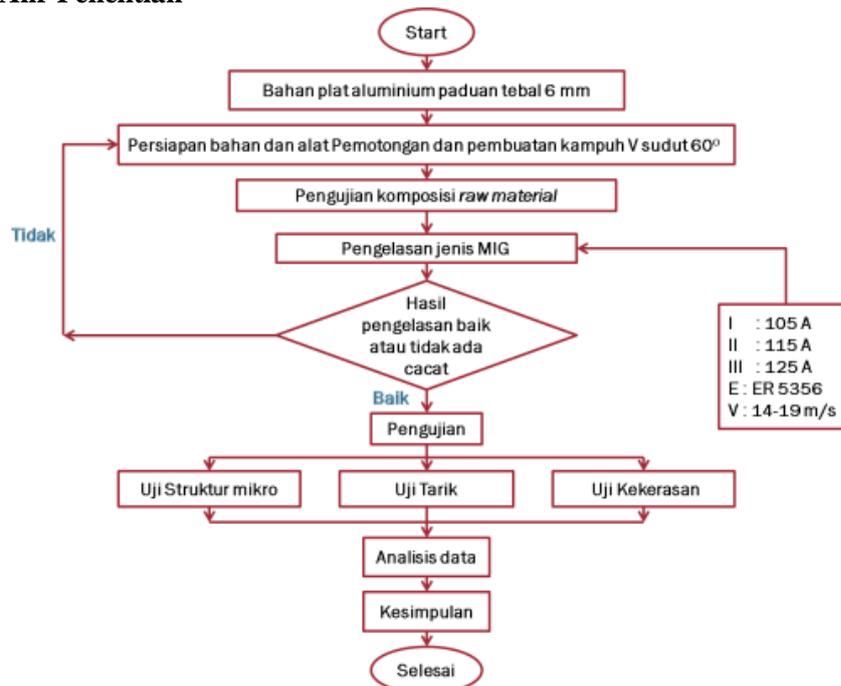
Gambar 1. Gambar Mesin las MIG.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Bahan

Bahan yang digunakan adalah aluminium paduan berukuran panjang 300 mm, lebar 100 mm, tebal 6 mm. Logam pengisi (*filler*) ER 5356 diameter 0,8 mm.

### 2.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian.

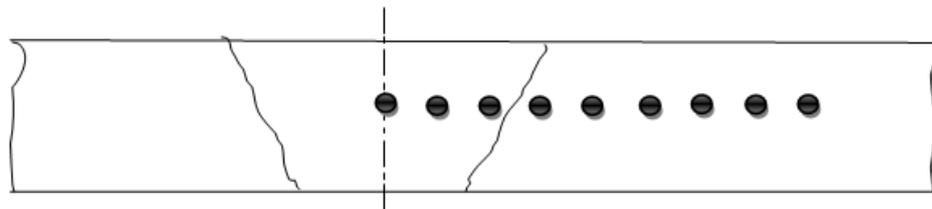
### 2.3. Pengujian

#### 2.3.1 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian ini untuk mengetahui susunan bahan dengan mengamati strukturnya di bawah mikroskop, Mikroskop yang digunakan adalah mikroskop cahaya. Logam yang telah dipolis, permukaan yang halus itu tertutup oleh selaput yang terdeformasi, untuk mengikis selaput tersebut maka dilakukan etsa sehingga permukaan menjadi buram, sebagian batas butir terkikis dan komponen-komponen tertentu akan nampak akibat kikisan selektif dari larutan etsa tadi..

### 2.3.2 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan menunjukkan ketahanan bahan terhadap goresan atau tekanan injakan indentor (kekerasan *Vickers*). Dalam pengujian kekerasan *Vickers* dipakai piramida diamond (piramida intan) dengan sudut puncak  $136^\circ$  sebagai penekan dan dengan alas berbentuk bujur sangkar. Penetrator ditekan ke dalam benda uji dengan beban sebesar  $F$  kg selama waktu tertentu tanpa kejutan. Setelah penetrator diangkat, maka diperoleh lekukan dengan diagonal bujur sangkar sebesar  $d$  dalam satuan mm yang diukur dengan alat ukur yang sangat teliti. Hasil penekanan yang berbentuk bujur sangkar dalam pembacaannya diperbesar dan ditampilkan pada layar. dengan alat ukur yang sangat teliti. Hasil penekanan yang berbentuk bujur sangkar dalam pembacaannya diperbesar dan ditampilkan pada layar.



Gambar 4. Pengambilan Titik Uji Kekerasan *Vickers*

Besarnya nilai kekerasan dapat dihitung sebagai berikut :

$$VHN = 1,8544 \frac{F}{d^2}$$

Dimana :

$VHN$  : angka kekerasan *Vickers*

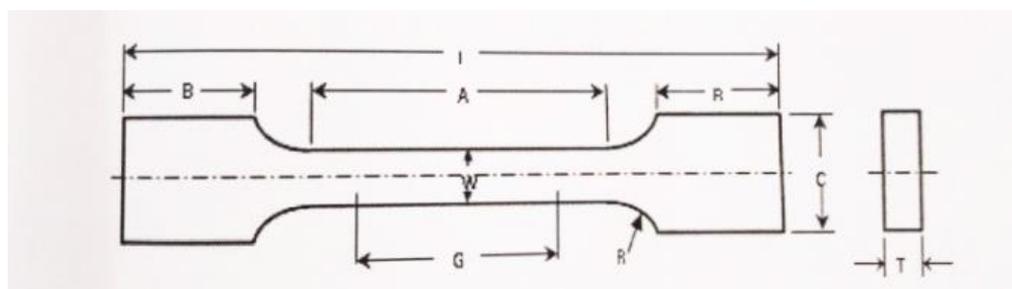
$F$  : beban (kg)

$d$  : diagonal (mm)

$$d = \frac{(d_1 + d_2)}{2}$$

### 2.3.3. Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik pada logam sebagai acuan untuk mengklarifikasikan logam tersebut tergolong jenis yang dikehendaki sesuai standar ASTM E8M. Pengujian tarik biasanya dilakukan dengan spesimen berbentuk batang silinder atau plat. Pengujian terhadap spesimen dilakukan dengan dengan memberikan beban secara perlahan-lahan sehingga spesimen akan mengalami deformasi berupa pengecilan penampang dan penambahan panjang pada spesimen uji.



Gambar 5. Spesimen uji tarik (*Manual Book of ASTM Standard, 2003*)

Menurut George E. Dieter, 1987, tegangan tarik dan regangan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma_t = \frac{P_{maks}}{A_0}$$

Dimana :

$$\sigma_t = \text{Tegangan tarik (kg/mm}^2\text{)}$$

$P_{maks}$  = Beban maksimum (kg)  
 $A_o$  = Luas penampang awal benda uji (mm<sup>2</sup>)

$A$  =  $T \times W$

Dimana :

$T$  = Tebal awal benda uji (mm)

$W$  = Lebar awal benda uji (mm)

Sedangkan regangan tariknya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\epsilon_{maks} = \frac{l_f - l_o}{l_o} \times 100\%$$

Dimana :

$\epsilon_{maks}$  = Regangan tarik (%)

$l_f$  = Panjang benda saat patah (mm)

$l_o$  = Panjang benda uji mula-mula (mm)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur-unsur pada spesimen baja karbon.

Tabel Hasil Komposisi Kimia

No	Unsur	SAMPEL UJI
		Kadar (%)
1	Al	95,39
2	Si	<0,0500
3	Fe	0,207
4	Cu	0,164
5	Mn	1,68
6	Mg	1,20
7	Cr	*0,644
8	Ni	<0,0200
9	Zn	0,491
10	Sn	0,0967
11	Ti	<0,0100
12	Pb	<0,0300
13	Be	0,0010
14	Ca	0,0026
15	Sr	0,0005
16	V	0,0100
17	Zr	0,0030

Sumber: PT. Itokoh Ceperindo Klaten.

Uji komposisi ini hanya dilakukan pada *raw material*, pengujian dilakukan untuk mengetahui berapa presentase unsur yang terkandung dalam plat aluminium paduan yang belum terpengaruh pengelasan (*raw material*).

Hasil pengujian komposisi kimia dengan unsur yang terkandung dalam aluminium paduan adalah unsur AL sebesar 95,39 %, unsur Mg sebesar 1,20 % dan unsur Mn 1,68 %. Dari hasil komposisi kimia paduan ini termasuk dalam aluminium paduan seri 5xxx kategori *wrought alloys* (paduan tempa) dengan senyawa FeAl<sub>3</sub>. Paduan Al-Mn dan Al-Mg yang termasuk dalam

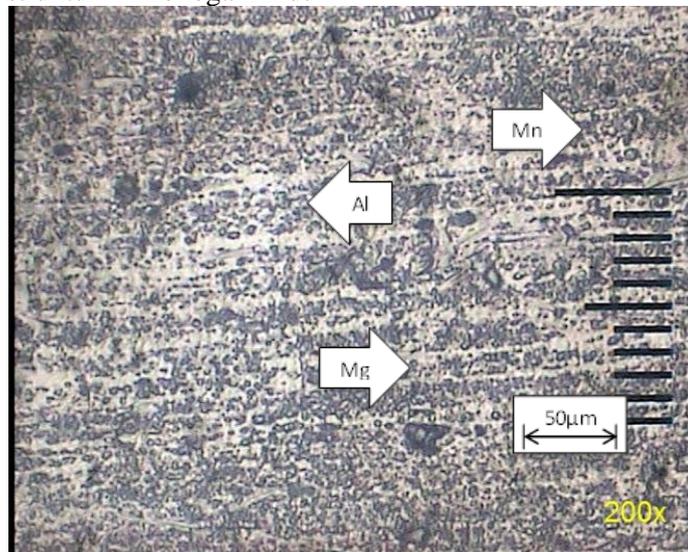
bagian ini, terdiri dari larutan padat homogen dan mempunyai keuletan yang tinggi dan tidak dapat diperlaku-panaskan.

Unsur Al-Mn ini adalah jenis yang tidak dapat diperlaku-panaskan sehingga kenaikan kekuatannya hanya dapat diusahakan melalui pengerjaan dingin dalam proses pembuatannya. Dan unsur Al-Mg juga termasuk paduan yang tidak bisa diperlaku-panaskan, tetapi mempunyai sifat yang baik dalam daya tahan korosi, terutama korosi air laut, dan sifat mampu-lasnya.

### 3.2. Analisis Hasil Pengujian Struktur mikro.

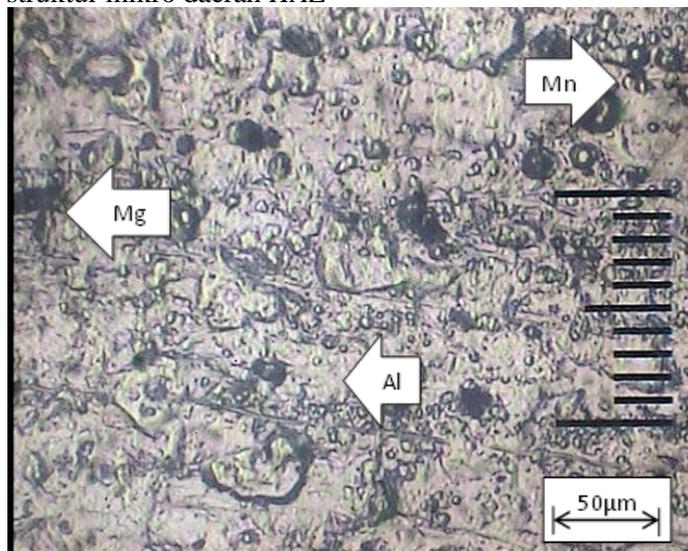
Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengamati perubahan bentuk dan ukuran butir pada bahan setelah proses pengelasan. Proses pengelasan dilakukan pada benda uji pelat aluminium akan menyebabkan terjadinya sifat pemanasan dan pendinginan yang dapat merubah struktur mikro dari suatu logam. Hasil pengujian struktur mikro dianalisis melalui foto atau gambar dari benda uji hasil pemotretan dilakukan menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 200x..

#### a. Hasil pengujian struktur mikro logam induk

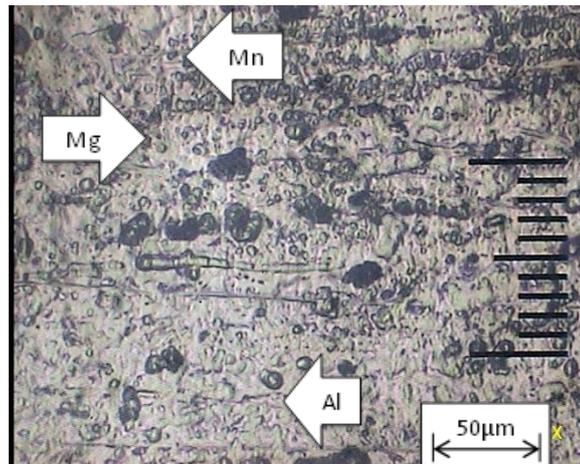


Gambar 6. Daerah logam induk *raw material*.

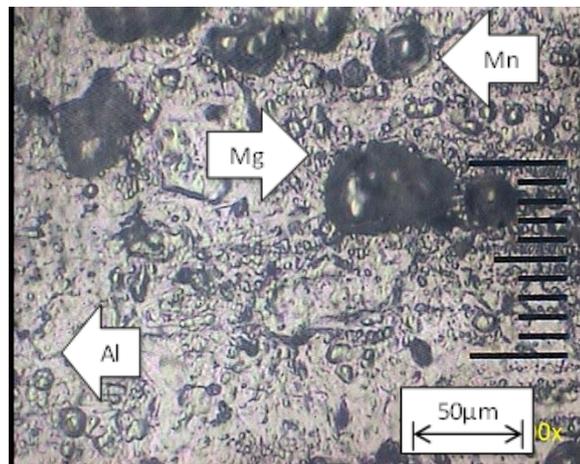
#### b. Hasil pengujian struktur mikro daerah HAZ



Gambar 7. Daerah HAZ Arus 105 A

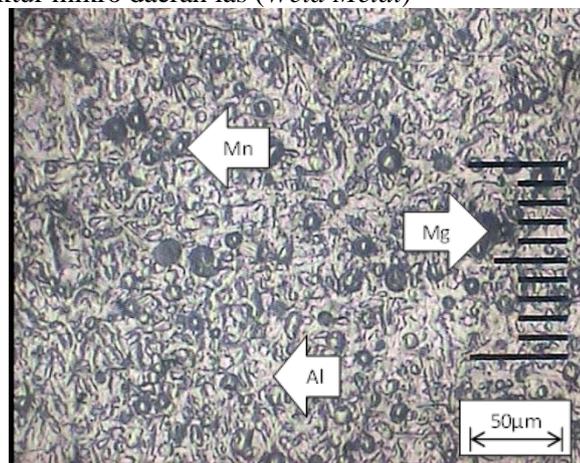


Gambar 8. Daerah HAZ Arus 115 A

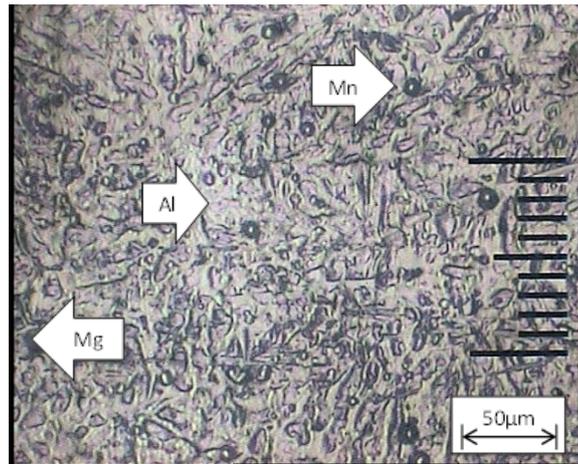


Gambar 9. Daerah HAZ Arus 125 A

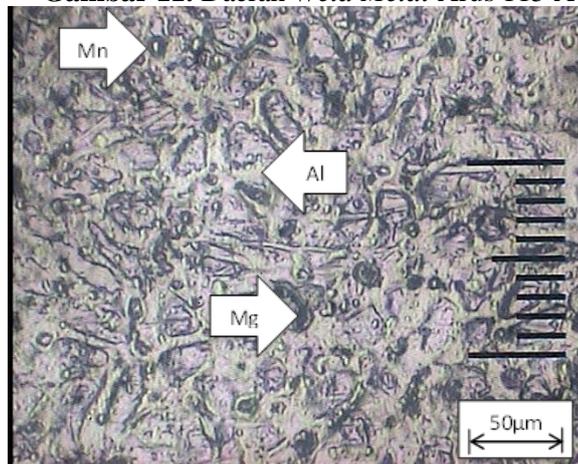
c. Hasil pengujian struktur mikro daerah las (*Weld Metal*)



Gambar 10. Daerah *Weld Metal* Arus 105 A



**Gambar 11.** Daerah *Weld Metal* Arus 115 A



**Gambar 12.** Daerah *Weld Metal* Arus 125 A

Pada pengamatan struktur mikro umumnya yang diamati adalah ukuran butir, bentuk butiran, dan larutan padat yang terbentuk, semakin halus dan kecil bentuk butiran maka kekuatan mekanis akan bertambah baik. Dari hasil pengelasan las *MIG* kampuh “V” 60° dengan arus pengelasan 105 A, 115 A, 125 A, Pada daerah las atau *weld metal* terlihat unsur Al tersebar tidak merata dan banyak terlihat butiran-butiran kecil pada unsur Al-Mg dan Al-Mn, sehingga akan terjadi perlunakan pada daerah las atau *weld metal*, ini terjadi akibat dari panas pengelasan yang timbul dari proses pengelasan.

*Raw material* merupakan daerah yang tidak terpengaruh, dimana panas yang terjadi selama proses pengelasan tidak menyebabkan perubahan struktur dan sifat, dari hasil foto mikro dapat dilihat struktur mikro *raw material* kandungan Al-Mg lebih banyak dan memiliki butir yang halus. Hal ini menyebabkan logam aluminium menjadi ulet, kekuatan dan kekerasan menjadi bertambah.

Pada daerah *weld metal* dimana struktur yang terbentuk yang paling banyak yaitu unsur Al-Mn menyebar merata dibandingkan unsur Al-Mg sehingga pada daerah las lebih kuat dibanding daerah *HAZ*. Sedangkan pada daerah *HAZ* merupakan daerah yang terpengaruh panas sehingga terjadi perubahan bentuk struktur menjadi lebih kasar dibanding dengan *raw material* dan *weld metal*. Hasil foto mikro pada daerah daerah *HAZ* dapat dilihat bahwa unsur Al-Mg dan unsur Al-Mn menyebar tidak merata, yang membedakan antara arus pengelasan 105 A, 115 A, 125 A adalah bentuk butiran kecil dan besarnya. Semakin besar arus pengelasan bentuk struktur semakin terurai sehingga mengurangi kekuatan tarik, ini terjadi akibat panas (*heat input*) yang ditimbulkan dari proses pengelasan.

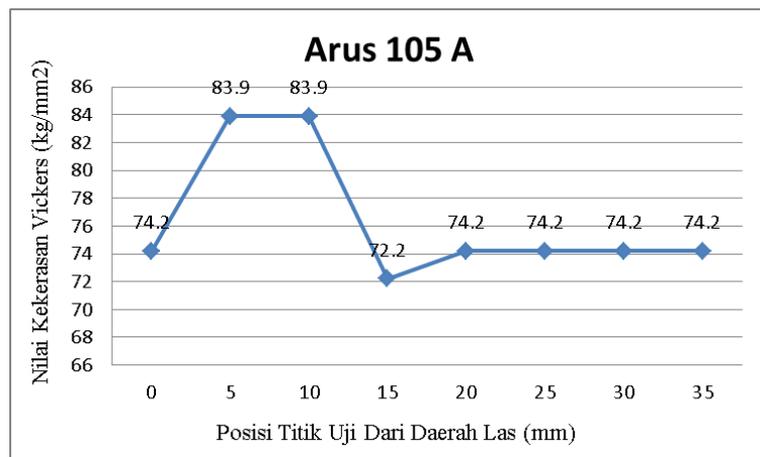
**3.3. Analisis Hasil Pengujian Kekerasan.**

Pada pengujian kekerasan *vickers*, harga ditunjukkan oleh penetrator yang terbuat dari piramida intan, sudut antara dua bidang sisi piramida 136°. Ditekankan ke permukaan bagian yang akan diukur dengan beban 100 gf = 0,1 kg. Besarnya diagonal bekas injakan diukur dengan mikroskop dan nilai kekerasan *vickers*, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

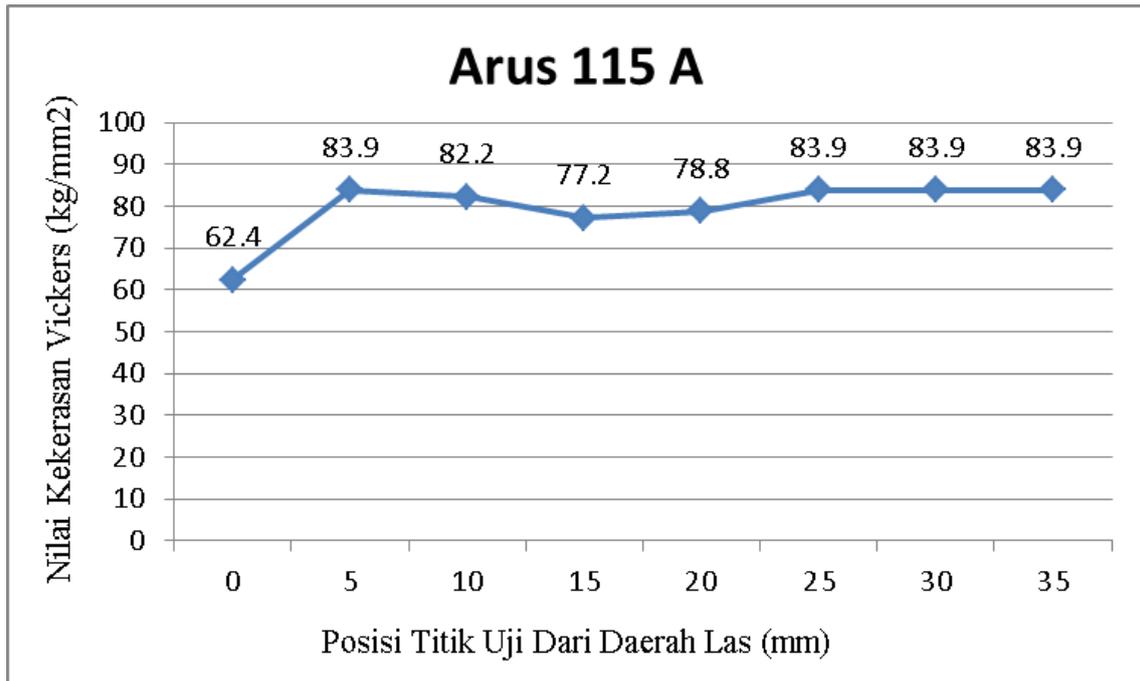
$$VHN = 1,8544 \frac{F}{d^2}$$

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekerasan *Vickers*.

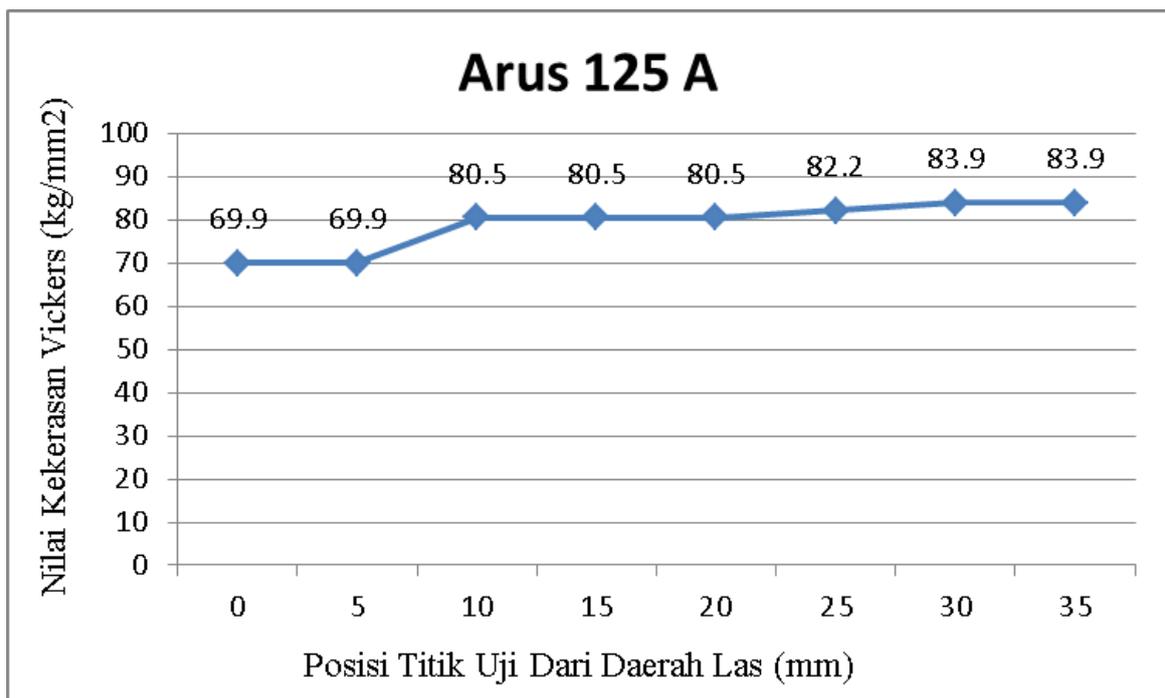
4	T6.125	Ke Ujung	35 mm	47.0	47.0	47.00	83.9
			30 mm	47.0	47.0	47.00	83.9
			25 mm	48.0	47.0	47.50	82.2
			20 mm	48.0	48.0	48.00	80.5
			15 mm	48.0	48.0	48.00	80.5
			10 mm	48.0	48.0	48.00	80.5
		LAS	5 mm	52.0	51.0	51.50	69.9
			0 mm	53.0	50.0	51.50	69.9



**Grafik 13.** Nilai Kekerasan Arus 105 A Terhadap Jarak.



Grafik 14. Nilai Kekerasan Arus 105 A Terhadap Jarak.



Grafik 15. Nilai Kekerasan Arus 105 A Terhadap Jarak.

Dari hasil pengujian kekerasan diatas dapat dilihat jika kekerasan tertinggi terdapat pada pengelasan arus 115 A pada daerah logam induk 83,9 kg/mm<sup>2</sup>, sedangkan kekerasan terendah terdapat pada *weld metal* arus 115 A 62,4 kg/mm<sup>2</sup>. Rata-rata nilai kekerasan arus 105 A = 67,35 kg/mm<sup>2</sup>, arus 115 A = 79,52 kg/mm<sup>2</sup>, dan arus 125 A = 79,91 kg/mm<sup>2</sup>.

Nilai rata-rata tertinggi terdapat pada spesimen arus 115 A, sedangkan yang terendah terdapat pada spesimen arus 105 A. Dari ketiga spesimen tersebut untuk kekerasan terendahnya semua terdapat pada daerah *weld metal*. Ini terjadi karena daerah *weld metal* bersebelahan

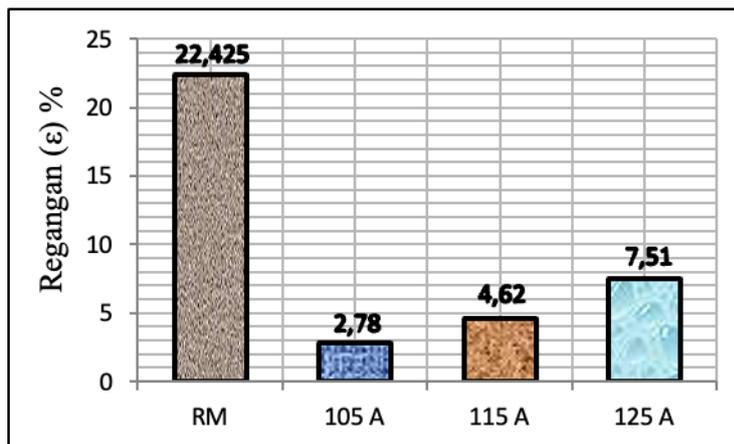
langsung dengan daerah las, sehingga daerah tersebut terpengaruh laju pendinginan yang berbeda, akibatnya menurunkan nilai kekerasan pada daerah *weld metal* tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dari hasil pengujian kekerasan *vickers* pada spesimen pelat aluminium seri 5xxx kategori *wrought alloys* adalah tidak baik karena dari ketiga spesimen yang di uji 105 A, 115 A, 125 A kekerasan tertinggi semua terdapat pada daerah logam induk (*base metal*).

**3.4. Hasil Pengujian Tarik.**

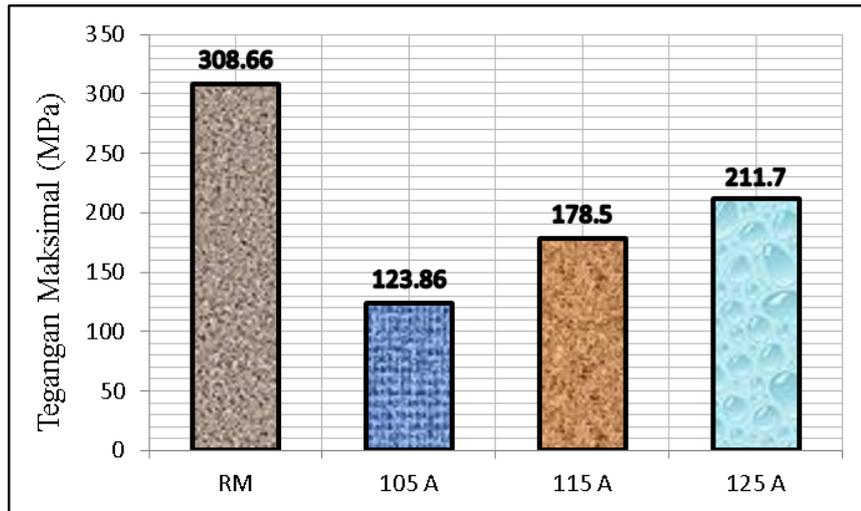
Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai kekuatan tarik maksimum ( $\sigma_u$ ), tegangan luluh ( $\sigma_y$ ) dan besarnya regangan maksimum ( $\epsilon\%$ ) atau pertambahan panjang benda saat dilakukan uji tarik. Hasil pengujian tarik ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

No.	Kode Spesimen	Teg. max ( $\sigma_u$ ) (Mpa)	Regangan ( $\epsilon$ ) (%)
1	T6.RM-1	308.53	22.63
2	T6.RM-2	308.79	22.22
3	T6.105.1	101.97	2.20
4	T6.105.2	136.71	3.07
5	T6. 105.3	132.90	3.09
6	T6.115.1	176.35	4.17
7	T6.115.2	229.20	7.33
8	T6.125.1	230.28	7.96
9	T6.125.3	273.43	11.89



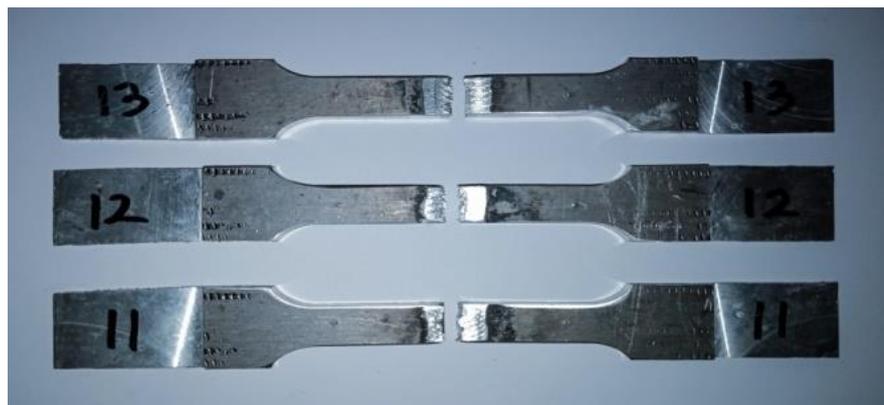
Gambar 16. Diagram Rata-rata Nilai Regangan.



Gambar 17. Diagram Rata-rata Nilai Tegangan Maksimal.



Gambar 18. Spesimen Hasil Pengujian Tarik Raw Material.



Gambar 19. Spesimen Hasil Pengujian Tarik Arus 105 A.



Gambar 20. Spesimen Hasil Pengujian Tarik Arus 115 A.



Gambar 21. Spesimen Hasil Pengujian Tarik Arus 125 A.

Dari data hasil pengujian yang telah dilakukan terlihat bahwa nilai Tegangan maksimal pada arus 105 A adalah spesimen nomor 2, yaitu 136,71 MPa, untuk arus 115 A tegangan tarik tertinggi ada pada spesimen nomor 2, 229,2 MPa, dan arus 125 A tegangan tarik tertinggi terdapat pada spesimen nomor 3, yaitu 273,43 MPa. Sedangkan untuk nilai Regangan yang tertinggi terdapat pada arus 105 A yaitu 3,09 % spesimen nomor 3, arus 115 A 7,33 % pada spesimen nomor 2, dan arus 125 A 11,89 % pada spesimen nomor 3.

Dari hasil pengujian tarik dapat disimpulkan bahwa spesimen dengan arus pengelasan 125 A mempunyai sifat ulet dengan kekerasan yang tinggi pula dibandingkan dengan spesimen dengan arus pengelasan 105 dan 115 A. Ini terjadi karena pengaturan arus (Ampere) pengelasan yang pas tidak terlalu tinggi ataupun terlalu rendah, sehingga spesimen tidak terpengaruh panas (*heat input*) yang berlebihan. Dengan demikian semakin tinggi arus pengelasan, maka semakin tinggi juga tegangan maksimal yang didapatkan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil penelitian pengelasan dengan menggunakan las *Metal Inert Gas* (MIG) pada aluminium paduan berukuran 300 mm x 100 mm x 6 mm seri 5xxx katagori *wrought alloy* (paduan tempa) dengan senyawa  $FeAl_3$ , maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil uji komposisi kimia menunjukkan bahwa pelat aluminium yang digunakan merupakan aluminium seri 5xxx katagori *wrought alloy* (paduan tempa). Unsur yang lebih

- dominan adalah unsur aluminium (Al) sebesar 95,39 %, unsur *Magnesium* (Mg) sebesar 1,20 %, dan *Mangan* (Mn) sebesar 1,68 %.
2. Berdasarkan hasil yang didapat dari pengujian struktur mikro proses pengelasan akan mempengaruhi bentuk struktur mikro. Pada arus pengelasan 125 A, ukuran butiran Al-Mn dan Al-Mg pada daerah lasan lebih besar-besar dari arus 105 A dan 115 A. Semakin besar masukan panas (*Heat Input*) maka semakin besar pula ukuran butiran Al-Mg.
  3. Pada umumnya nilai kekerasan *vickers* menunjukkan bahwa daerah *weld metal* memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dibanding daerah *HAZ* dan logam induk, apabila tidak ada cacat dan kurangnya penetrasi. Sedangkan dari hasil pengujian kekerasan *vickers* pada *weld metal* menunjukkan bahwa nilai kekerasan tertinggi ada pada spesimen dengan arus 105 A dengan nilai kekerasan sebesar 74,2 kg/mm<sup>2</sup>.
  4. Dari hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa setelah pengelasan nilai tegangan tarik mengalami penurunan dibandingkan raw material, karena adanya pengaruh panas setelah pengelasan. Dari hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa tegangan tarik tertinggi ada pada spesimen dengan arus 125 A dengan nilai tegangan tarik sebesar 273,43 MPa. Sedangkan nilai regangan tertinggi ada pada spesimen dengan arus 125 A sebesar 11,89 %.

## 5. SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat dikemukakan saran sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan hasil data yang lebih akurat maka perlu diperhatikan ketelitian proses pembuatan specimen dan pemeriksaan adanya cacat pada specimen.
2. Pada sambungan las *MIG* hendaknya memperhatikan beberapa parameter, antara lain besarnya arus, jenis elektroda, tegangan pengelasan, posisi pengelasan dan kecepatan pengelasan, sebab parameter tersebut dapat berpengaruh terhadap sifat-sifat dari material.
3. Perlu diadakan penelitian lanjutan tentang pengujian kekerasan dan kekuatan tarik pada daerah las dengan jenis pengelasan atau kampuh yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ausaid, 2001. Dasar Las *MIG/MAG* (*GMAW*). Batam Institutional Development Project.
- Deiter, 1987. "Garis Lengkung Tegangan dan Regangan Umtuk Perilaku Ulet dan Perilaku Getas".
- Manual Book Of ASTM, 2003, "*Standart Practice For Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*", United States.
- Wirjosumarto, Okumura, H.T., 2000, "Teknik Pengelasan Logam", Pradnya Paramita, Jakarta.