

## PENGARUH BESAR ALIRAN GAS TERHADAP CACAT POROSITAS DAN STRUKTUR MIKRO HASIL PENGELASAN MIG PADA PADUAN ALUMINIUM 5083

Salahuddin Junus<sup>1</sup>

### ABSTRACT

*The amount of gas flow speed is a parameter of classification that can affect the quality of results of the classification and structure of the micro. One of the functional use of protective gas to protect the molten metal (weld pool) of elements in atmosphere. The use of high-speed gas flow is used to examine the influence of gas flow to the disabled porosity that occurred in the classification of MIG on aluminum alloy 5083. There are three variations gas flow speed is used to examine the influence of impaired quality of welded porosity that occurred in the classification of MIG. Test results obtained by the largest defect porosity occur at the speed of gas flow 12 liters/minute with a density of  $2.2 \text{ g / cm}^3$  and the porosity as much as 46% with the lowest value of pull strength 51.150 MPa. Grants flow speed gas is an increasingly large number of particles of magnesium silicate ( $\text{mg}_2\text{si}$ ) and will  $\text{mg}_2\text{al}_3$  reliability increased material, the content of zirconium (Zr) and some titanium (Ti) role as the resultant refiner details (grain-refiner), increased levels of refinement details with increasing heat input and speed welding.*

*Keywords: aluminium welding 5083, gas flow, radiography test, penetran test, density, porosity, tensile strenght, micro structure.*

### PENDAHULUAN

Aluminium merupakan logam ringan yang memiliki kekuatan yang melebihi *mild steel* (baja lunak). Aluminium memiliki *ductility* yang bagus pada kondisi dingin dan memiliki daya tahan korosi yang tinggi. Logam ini dipakai secara luas dalam bidang transportasi, kimia, listrik, bangunan dan alat-alat penyimpanan. 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 besar, reaktif dengan udara membentuk lapisan aluminium oksida serta berat jenis dan titik cairnya yang rendah (Wiryosumarto, 2000).

Gas pelindung yang digunakan pada pengelasan GMAW atau MIG adalah argon, helium atau campuran diantara keduanya. Fungsi dasar dari gas pelindung adalah melindungi busur dan logam las cair dari kontaminasi oksigen dan nitrogen yang ada pada atmosfer. Jika gas pelindung tidak tepat melindungi logam las cair maka akan dihasilkan cacat las seperti porositas. Maka akan menyebabkan perubahan struktur mikro, sehingga terjadi perubahan sifat mekanis hasil lasan (Zainol, 2008).

Umumnya pengelasan aluminium paduan sangat rentan terhadap terbentuknya porositas yang berlangsung selama proses pembekuan logam lasan. Keberadaan porositas akan secara langsung menurunkan sifat kekuatan mekanis hasil lasan. Oleh karena itu, kontrol terhadap terbentuknya porositas dan pengaruh keberadaan porositas terhadap sifat hasil lasan pada material aluminium dan paduannya merupakan suatu hal yang sangat penting untuk diteliti.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Klasifikasi Aluminium dan Paduannya

Material aluminium merupakan logam kedua setelah baja yang digunakan untuk pembuatan lambung kapal, oleh sebab itu logam *non ferrous* yang dijelaskan pada kesempatan ini adalah logam aluminium.

---

<sup>1</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

## Pengertian Dasar Aluminium

Aluminium didapat dari tanah liat jenis bauksit yang dipisahkan lebih dahulu dari unsur – unsur yang lain dengan menggunakan larutan tawas murni sampai menghasilkan oksid aluminium ( $Al_2O_3$ ). Melalui proses elektrolitik oksid aluminium ( $Al_2O_3$ ) dipisahkan dari unsur – unsur zat asam untuk dijadikan cairan aluminium murni sampai mempunyai kandungan aluminium sebesar 99,9%.

Pada penelitian ini logam aluminium yang digunakan adalah seri aluminium alloy 5083. Aluminium 5083 telah dikenal sebagai aluminium yang memiliki *performance* yang sangat baik dalam lingkungan yang *extrem*. Aluminium 5083 adalah jenis aluminium dengan ketahanan yang sangat baik dilingkungan air laut maupun lingkungan kimia, Aluminium paduan 5083 juga mempunyai sifat weldability yang sangat baik, aluminium 5083 mempunyai kekuatan yang lebih tinggi diantara kelompok paduan aluminium *non-heat treatable* tetapi jenis aluminium ini tidak disarankan digunakan pada temperature diatas  $65^{\circ}C$ . (*Alco metals Ltd*). Adapun komposisi kimia aluminium 5083 sesuai dengan *ASM Metal handbook vol. 6* ditunjukkan pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 1. Komposisi Al 5083 berdasarkan *ASM Metal handbook*

Susunan komposisi Al 5083							
%Si	%Fe	%Cu	%Mn	%Mg	%Cr	%Zn	%Ti
0,40	0,40	0,10	0,40-1,0	4,0-4,9	0,05-0,25	0,25	0,15

Seperti aluminium alloy tipe 5083, 5154, 5454 and 5456 bisa digunakan pada struktur pengelasan, *pressure vessels*, pipa, dek kapal, tiang kapal dan tangki penampungan. Pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan atau dapat juga didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara atom.

Pengelasan busur gas adalah cara pengelasan dimana gas dihembuskan ke daerah las untuk melindungi busur dan logam yang mencair terhadap atmosfer. Gas yang digunakan sebagai pelindung adalah gas helium (He), gas Argon (Ar), gas karbon dioksida ( $CO_2$ ) atau campuran dari gas-gas tersebut.

## Metal Inert Gas (MIG)

*Gas metal Arc Welding* (GMAW) atau sering juga disebut *metal Inert Gas* (MIG) merupakan salah satu dari bentuk las busur listrik (*Arc Welding*) yang menggunakan *inert gas* sebagai pelindung.

Las busur dengan pelindung gas adalah pengelasan dengan cara gas dihembuskan ke daerah las untuk melindungi busur dan logam yang mencair terhadap pengaruh atmosfer. Gas yang digunakan sebagai pelindung antara lain :

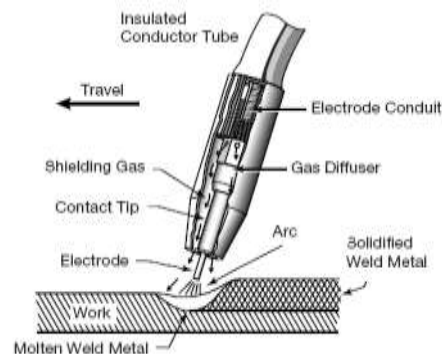
1. Gas argon (Ar)
2. Gas helium (He)
3. Gas campuran helium dengan argon (75 % He, 25 % Ar)
4. Gas campuran argon/ helium/ hydrogen.

Pada penelitian ini pengelasan yang dipergunakan untuk praktek adalah jenis las cair dengan menggunakan energi listrik yang dinamakan Las Busur Listrik. Karena parameter dalam penggunaannya jelas serta penggunaan proses las ini lebih efisien dari proses pengelasan yang lain.

## Perangkat Las MIG (*Metal Inert Gas*)

Jenis pengelasan MIG sudah lama dikenal, karena MIG cenderung digunakan pada aplikasi-aplikasi yang mewajibkan kualitas dan ketelitian yang tinggi pada hasil las. Proses pengelasan ini menggunakan elektroda terumpan (*continuous filler metal*), elektroda pada las ini juga sebagai logam pengisi yang diatur secara otomatis pada *torch*.

Elektroda, kawat pengisi kawah las dan lasan yang telah membeku pada kawah las dilindungi dari oksidasi oleh gas pelindung (*shielding gas*), yang umumnya adalah gas argon atau campuran argon helium. Skema proses pengelasan MIG ini dapat dilihat pada Gambar 2.1. (*lincoln electric: 32*)



Gambar 1. Skema Proses Pengelasan MIG

Parameter-parameter yang berpengaruh dalam pengelasan MIG

1. Pengaruh Arus  
Arus sangat mempengaruhi dalam proses pengelasan busur listrik, besar kecil arus yang dipergunakan dalam proses pengelasan tersebut dapat menentukan ukuran dan bentuk hasil penetrasi dan deposit las.
2. Kecepatan Pengelasan  
Kecepatan pengelasan tergantung pada jenis elektroda, diameter inti elektroda, bahan yang dilas, geometri sambungan, ketelitian sambungan dari lain-lainnya.
3. Pengaruh Penggunaan Gas Pelindung  
Pada pengelasan GMAW gas yang di pakai adalah gas mulia, karena sifatnya stabil dan tidak mudah bereaksi dengan unsur lainnya.
4. Penggunaan Elektroda  
Pada pengelasan MIG elektroda yang digunakan adalah adalah elektroda terumpan (*continuous filler metal*) yang berfungsi sebagai pencipta busur nyala yang juga berfungsi sebagai logam pengisi (*filler metal*).
5. Polaritas Listrik  
Sumber listrik yang digunakan berupa listrik AC (*Alternating Current*) atau listrik DC (*Direct Current*). Dalam hal listrik DC rangkaian listriknya dapat dengan polaritas lurus dimana kutup positif dihubungkan dengan logam induk dan kutup negatif dihubungkan dengan batang elektroda. Pengertian porositas adalah lubang halus atau ruang kosong yang berada dalam material yang terjadi karena terparangkannya gas pada logam cair waktu pengelasan sehingga ini yang menyebabkan terjadinya cacat porositas.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan

- a. Aluminium paduan Tipe 5083
- b. Kawat las/ elektroda (aluminium 5356)
- c. Gas argon (Ar) (*High Purity*) 99%

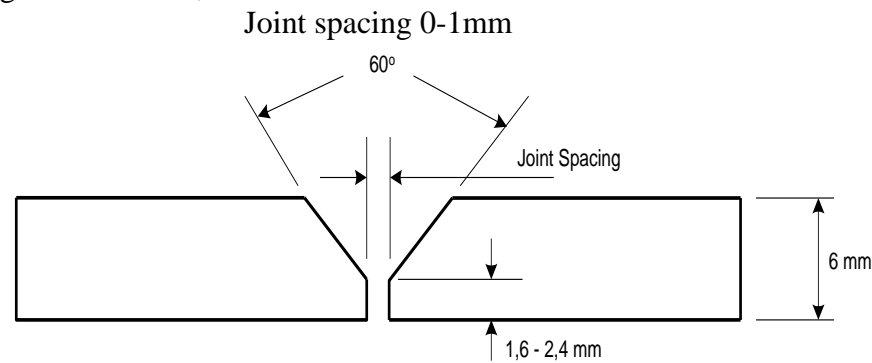
### Alat

- a. Amplas
- b. Gergaji dan Gerinda
- c. Mesin Las MIG
- d. Alat Uji radiografi, penetran, Tarik, Struktur Mikro
- e. Gelas ukur, Oven pemanas, Alat timbang elektrik

### Proses Pengelasan

Proses pengelasan pada penelitian ini dilakukan dengan tiga besar arus yang berbeda menggunakan pengelasan MIG, dengan menggunakan parameter-parameter yang telah ditentukan.

1. Bahan Aluminium 5083
2. Ketebalan 6 mm
3. Elektroda 5356 diameter 1,2 mm
4. Gas Argon (*High Purity*) 99%
5. Polaritas Listrik DC+
6. Laju aliran gas 12 L/Menit, 19 L/Menit dan 36 L/Menit



Gambar 2. Detail joint

### Pengujian Radiografi

Tujuan pengujian radiografi ini adalah untuk mendeteksi kualitas hasil pengelasan dari cacat yang timbul setelah pengelasan pada bagian dalam hasil pengelasan, sehingga bisa diketahui indikasi dan letak cacat yang ada.

### Pengujian Penetrasi Test

Tujuan pengujian penetrasi test adalah untuk mendeteksi kualitas hasil pengelasan yang terdapat pada bagian permukaan pengelasan dari cacat yang timbul, pengujian ini dilakukan dengan melakukan penyempitan pada hasil lasan.

### Densitas

Tujuan dilakukan penghitungan densitas untuk mengetahui jumlah dari kerapatan setiap spesimen setelah dilakukan pengelasan dengan besar laju aliran gas yang berbeda, sehingga bisa diketahui hasil dari kerapatan setiap spesimennya

### Perhitungan Porositas

Tujuan dilakukan perhitungan porositas ini untuk mengetahui jumlah persentase porositas pada setiap spesimen yang telah diperlakukan berbeda setiap spesimennya. Pada perhitungan ini harus mengetahui dulu massa basah di udara dan massa basah di air.

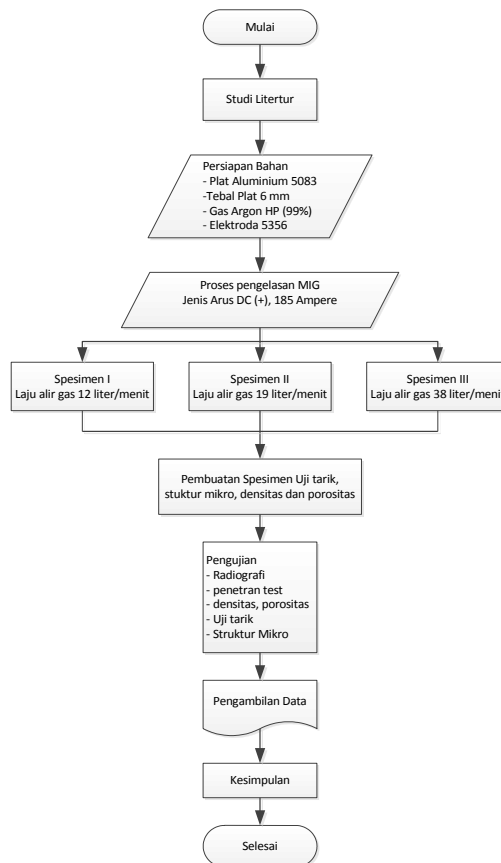
### Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan pada spesimen hasil pengelasan dengan laju alir gas 12 Liter/menit, 19 Liter/menit, dan 38 Liter/menit. Spesimen yang digunakan untuk uji tarik dibuat menurut standard ASTM B 557M - 02a (*Standard Test Methods of Tension Testing Wrought and Cast Aluminum- and Magnesium-Alloy Products (Metric)*)

### Uji Struktur Mikro

Tujuan dilakukan pengamatan struktur mikro, untuk mengetahui Topografi dari material tersebut setelah mengalami pengelasan.

### Diagram Alir Penelitian

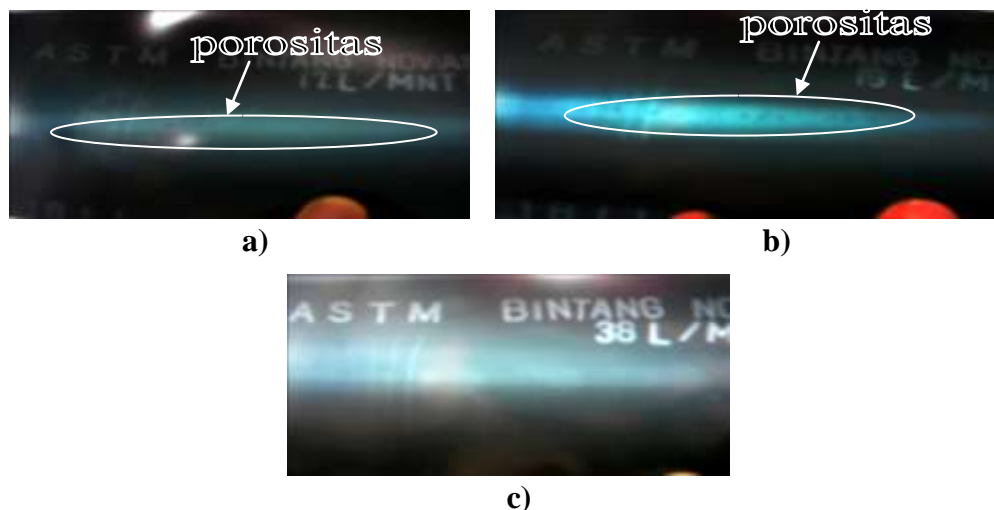


Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Uji Radiografi Test

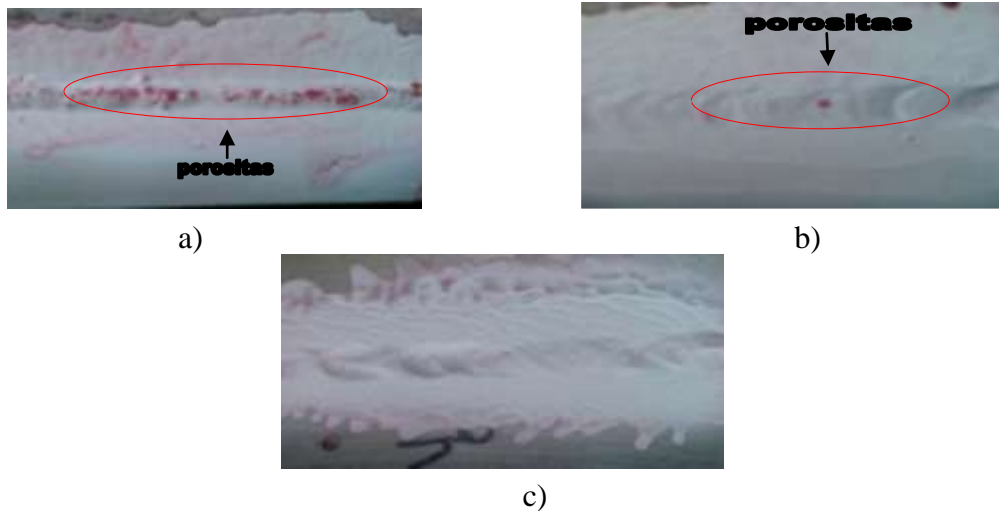
Pengujian radiografi adalah uji tak merusak untuk mengetahui *internal defect*. Dengan menggunakan sinar-X dapat diketahui cacat yang ada.



Gambar 4. Hasil radiografi laju aliran a. gas 12 liter/menit, b. gas 19 liter/menit, c) gas 38 liter/menit

### Hasil pengujian penetran test

Dari hasil pengujian penetran test didapatkan sebuah gambaran serta dapat disimpulkan bahwa semakin kecilnya laju gas yang digunakan peluang terjadinya cacat semakin besar..

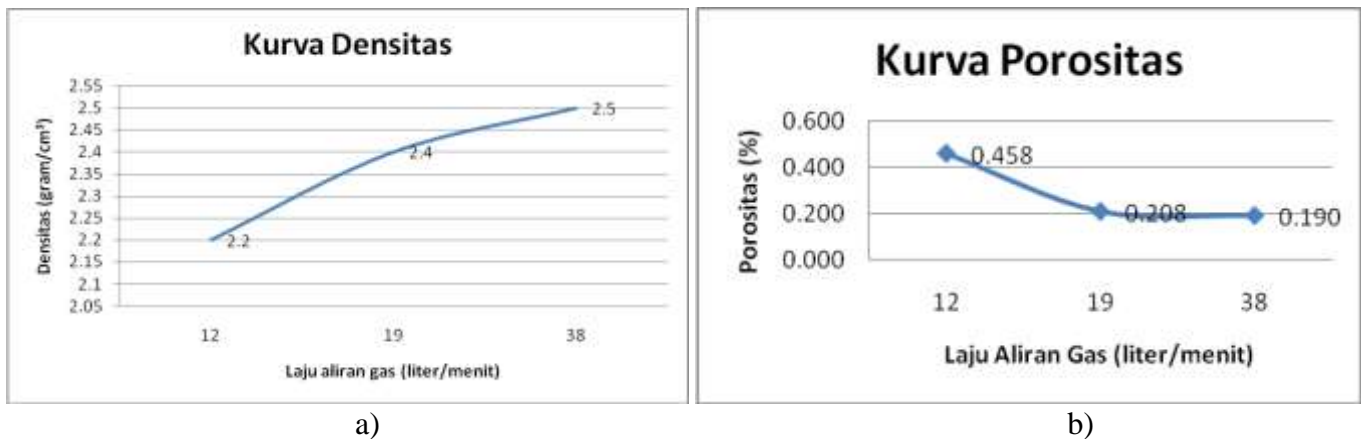


Gambar 5. Hasil pengelasan dengan laju alir gas a) 12 liter/menit, b) 19 liter/menit, c) 38 liter/menit

Dari hasil pengujian penetran test didapatkan sebuah gambaran serta dapat disimpulkan bahwa semakin besarnya gas pelindung dengan laju gas yang digunakan 38 liter/menit tidak adanya cacat yang terjadi pada permukaan hasil lasan. Dapat dilihat tidak adanya tanda bercak merah yang timbul pada permukaan yang telah dilakukan pengujian penetran test.

### Hasil Densitas dan Porositas

Pada pengujian persentase porositas ini dilakukan dengan beberapa pengujian. Dalam hasil densitas dan porositas didapatkan hasil seperti hasil seperti kurva yang tertera pada gambar 4.4 (a),(b) dibawah ini,

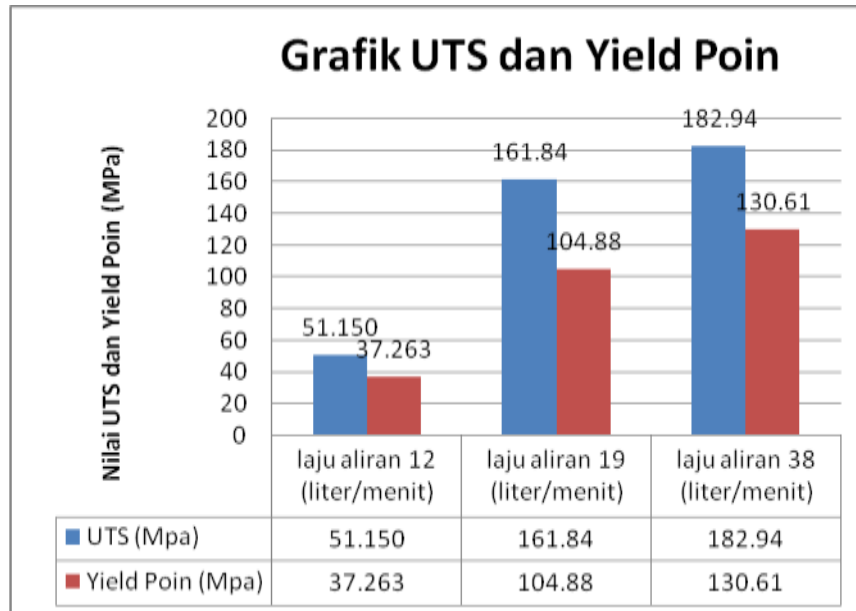


Gambar 6. Grafik (a) Kurva Densitas, (b) Kurva Porositas

Pada gambar diatas terlihat bahwa dengan adanya penambahan laju aliran gas sangat mempengaruhi nilai densitas dan porositas. Nilai densitas akan semakin naik seiring pertambahan laju aliran gas yang digunakan, pada laju aliran gas 12 liter/menit sebesar 2,2 gram/cm<sup>3</sup>, pada 19 liter/menit sebesar 2.4 gram/cm<sup>3</sup>, pada 38 liter/menit sebesar 2.5 gram/cm<sup>3</sup>. Sedangkan jika dilihat pada kurva porositas adanya pertambahan laju aliran gas nilai porositas semakin turun, pada laju aliran gas 12 liter/menit nilai porositasnya 0,458%, pada 19 liter/menit nilai porositasnya 0,208%, pada 38 liter/menit nilai porositasnya 0,190%.(hasil perhitungan densitas dan porositas tertera pada lampiran A).

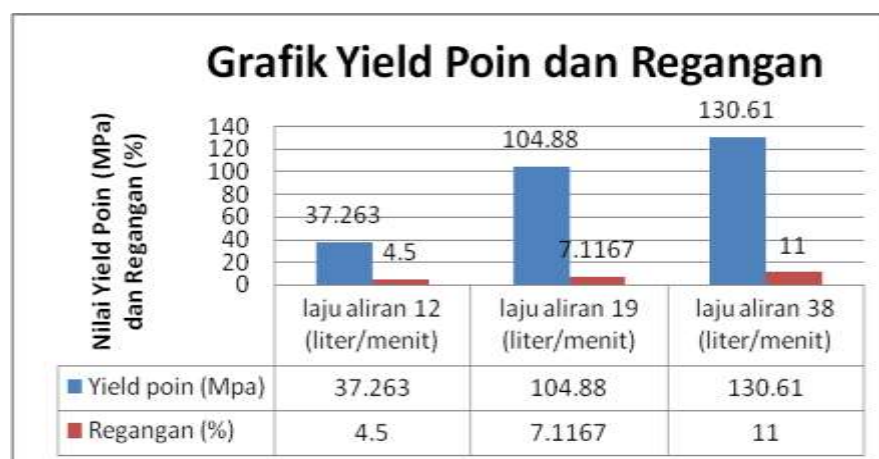
### Hasil Pengujian Uji Tarik

Data yang penting yang diharapkan didapat dari pengujian tarik ini adalah perilaku mekanik material dan karakteristik perpatahan. Specimen pengujian terdiri dari pengujian tarik untuk aluminium 5083 yang sesudah dilakukan pengelasan MIG dengan dilakukan variasi gas yang digunakan yaitu 12 liter/menit, 19 liter/menit, 38 liter/menit dengan elektroda type 5356. Data-data hasil pengujian tarik dengan variasi aliran gas pengelasan yang sudah diperoleh kemudian dimasukkan kedalam persamaan yang ada.



Gambar 7. Grafik Kekuatan Tarik (UTS) dan Yield Poin aluminium 5083 hasil pengelasan MIG

Data dari pengujian untuk nilai tegangan luluh (*yield point*) ditunjukkan pada gambar diatas, menunjukkan bahwa tegangan luluh pada hasil pengelasan proses, dengan penggunaan laju alir gas 12 liter/menit mempunyai nilai terkecil yaitu sebesar 37,263 MPa dan terus meningkat dengan penambahan laju alir gas pada proses dengan laju alir gas 19 liter/menit dengan nilai sebesar 104,88 MPa, kemudian pada proses dengan penambahan laju alir gas 38 liter/menit dengan nilai sebesar 130,61 MPa.



Gambar 8. Grafik Yield Poin dan Regangan spesimen hasil pengujian tarik aluminium 5083 hasil pengelasan MIG

### Hasil Uji Foto Mikro

Pengamatan struktur mikro dilakukan untuk mengetahui perubahan struktur mikro yang terjadi akibat adanya proses pengelasan, yaitu di daerah *weld metal*, HAZ, dan basemetal.



Gambar 9. Base metal aluminium 5083

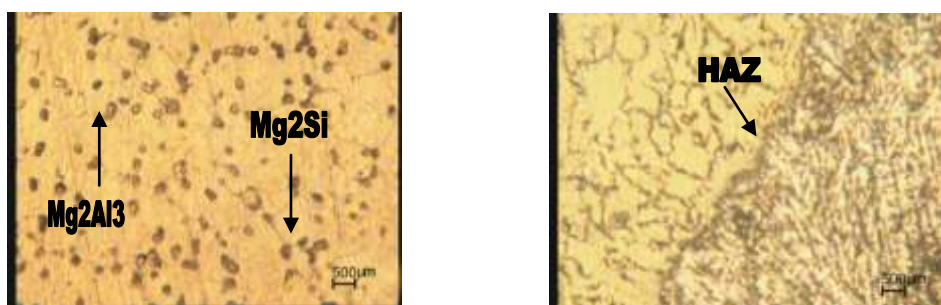
Gambar 9 menunjukkan struktur mikro dari aluminium 5083, dimana aluminium yang berisi silikon (Si) mempunyai kepekaan dalam membentuk formasi presipitat  $Mg_2Si$ , pembentukan  $Mg_2Si$  ini dapat meningkatkan kekuatan tarik dan kekerasan pada aluminium 5083 (Yopi Indra T, 2010). Butir dengan bentuk memanjang pada aluminium 5083 adalah  $MnAl_6$  (berwarna keabua-abuan, bergaris tepi).



Gambar 10. Weld metal dan HAZ dengan pembesaran 500x, dengan gas 12 liter/menit



Gambar 11. Weld metal dan HAZ dengan pembesaran 500x, dengan gas 19 liter/menit



Gambar 12. Weld metal dan HAZ dengan pembesaran 500x, dengan gas 38 liter/menit

Perubahan struktur mikro pada proses pengelasan tidak terlepas dari perilaku panas yang ditimbulkan selama proses pengelasan. Perubahan struktur mikro terjadi pada daerah *fusion line* (HAZ). Daerah ini merupakan daerah pencampuran logam pengisi dan base metal. Pada daerah *fusion line* tampak butiran partikel yang berwarna hitam. Partikel ini mengandung unsur magnesium dan silikon. Daerah *fusion line* ini memiliki struktur dengan butir-butir yang



lebih kasar, hal ini disebabkan base metal yang menerima panas lebih akan melepaskan Mg, unsur Mg ini akan bersenyawa dengan Si yang merupakan unsur tambahan filler metal. Tampak pada gambar diatas unsur yang berwarna hitam adalah  $Mg_2Si$ .

Dari hasil gambar mikro diketahui bahwa banyaknya  $Mg_2Si$  meningkat dari pengelasan menggunakan argon dengan laju alir gas mulai 12 liter/menit, 19 liter/menit, dan 38 liter/menit. Terlihat dari gambar butiran-butiran hitam yang merupakan  $Mg_2Si$ , pembentukan  $Mg_2Si$  ini dapat meningkatkan kekuatan tarik dan kekerasan pada aluminium 5083. Butir dengan bentuk memanjang pada aluminium 5083 adalah  $MnAl_6$  (berwarna keabua-abuan, bergaris tepi). Daerah yang berwarna gelap kemungkinan partikel yang tidak dapat larut yang mengandung magnesium (seperti  $Mg_2Si$ ), sedangkan  $Mg_2Al_3$  terpresipitasi di dalam butir (ASM volume 6: *Metalography and Microstructures*). Pada laju alir gas 38 liter/menit pada gambar 4.10 biasa dilihat semakin banyaknya partikel  $Mg_2Si$  dan  $Mg_2Al_3$  partikel ini akan meningkatkan ketangguhan dari material tersebut.

## KESIMPULAN

1. Pengaruh besar aliran gas sangat berpengaruh pada pembentukan cacat porositas hal ini telah didapatkan kesimpulan pada setiap pengujian
  - a. Dari pengujian radiografi, cacat yang timbul pada pengelasan aluminium 5083 terdapat pada laju alir gas 12 liter/menit dan 19 liter/menit dengan indikasi cacat porositas. Pada laju alir gas 38 liter/menit tidak tampak indikasi cacat yang terjadi.
  - b. Dari pengujian penetran test, pada pengujian ini untuk mengetahui cacat apa yang terjadi pada permukaan, cacat yang timbul terdapat pada laju alir gas 12 liter/menit dan 19 liter/menit dengan indikasi cacat porositas.
  - c. Pada pengujian densitas dan porositas, nilai densitas (kerapatan) yang paling kecil terjadi pada laju alir gas 12 liter/menit dengan nilai 2.2 gram/cm<sup>3</sup>. sedangkan nilai densitas tertinggi terjadi pada laju alir gas 38 liter/menit dengan nilai 2.5 g/cm<sup>3</sup>. Pada porositas nilai porositas tertinggi terjadi pada laju alir gas 12 liter/menit dengan nilai 0,458%, sedangkan nilai terendah terjadi pada laju alir gas 38 liter/menit dengan nilai 0,190%
2. Pada pengamatan struktur mikro tampak pemberian laju alir gas yang semakin besar terdapat banyaknya partikel magnesium silikat ( $Mg_2Si$ ) dan  $Mg_2Al_3$  akan meningkatkan ketangguhan material, adanya kandungan zirconium (Zr) dan sedikit titanium (Ti) berperan sebagai paduan penghalus butir (grain-refiner), tingkat penghalusan butir meningkat dengan meningkatnya masukan panas dan kecepatan las.
3. Pengaruh dari porositas terhadap sifat mekanik yang diwakili oleh pengujian tarik, nilai kekuatan tarik (UTS) terbesar dengan nilai 182,94 MPa dihasilkan pada laju alir gas 38 liter/menit, ini dikarenakan tidak adanya/ kecilnya porositas yang terjadi. Sedangkan nilai terendah terdapat pada laju alir gas 12 liter/menit dengan nilai 51,150 MPa, ini dikarenakan banyaknya porositas yang ada pada hasil pengelasan. Pada penambahan laju alir gas juga meningkatkan nilai regangan terhadap hasil pengelasan, nilai tertinggi terdapat pada laju alir gas 38 liter/menit dengan nilai regangan sebesar 11%.

## Saran

1. Untuk penggunaan gas argon disarankan menggunakan gas argon yang lebih murni yang kemurniannya lebih tinggi dari pada gas yang digunakan pada umumnya.
2. Pada penimbangan persentase porositas diharapkan dilakukan timbangan yang lebih akurat dalam hal contoh timbangan AWG.
3. Pada pengelasan MIG diharapkan mematuhi peraturan untuk melakukan keamanan diri dengan memakai semua apa saja yang diperlukan, sehingga radiasi dari sinar dan asap dapat dihindari.

## DAFTAR PUSTAKA

ASTM C20 standard test mechanical testing, 1998.

ASTM\_Volume 03.03: “*Nondestructive Testing*”, mechanical testing, 1998.

ASM Vol 6 : “*welding, brasing and soldering*”, Asm International, metal handbook (1992-1993).

Dr. Jezierski's, on X-ray tubes visit ([www.xraylamp.webd.pl](http://www.xraylamp.webd.pl))

Heri Sunaryo , “*Teknik Pengelasan Kapal Jilid II*”

I N Budiarsa, jurnal cakram, “Pengaruh besar arus pengelasan dan kecepatan volume alir gas pada proses las GMAW terhadap ketangguhan aluminium 5083”, (unud) 2008.

Iswanto, Jurnal “Pengaruh besar arus pengelasan pada proses las GMAW terhadap cacat, ketangguhan dan kekerasan aluminium 5083”, 2007.

Laporan\_Bluescopesteel\_2 – Laporan Penelitian pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*).

Lincoln electric – “*GMAW Welding Guide Carbon, Low Alloy, and Stainless Steels and Aluminum*”, 2006.

Wirjosumarto, H dan Toshie Okumura, “*Teknologi Pengelasan Logam*”, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 1996.

Zainol Hamzah, Paper, “Pengaruh Kemurnian Gas Pelindung Pada Pengelasan Aluminium 5083 Terhadap Kualitas Hasil Pengelasan Dan Struktur Mikro”, 2008