

**PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK TERHADAP UJI
KEKUATAN TARIK DAN *SCANNING ELECTRON*
MICROSCOPE (SEM) PADA PENGELASAN PLAT LOGAM
AI 5083 MENGGUNAKAN PENGELASAN GMAW**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

MUHAMMAD RIDHO BAILUSI
D200170233

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK TERHADAP UJI KEKUATAN TARIK DAN *SCANNING ELECTRON MICROSCOPE* (SEM) PADA PENGELASAN PLAT LOGAM Al 5083 MENGGUNAKAN PENGELASAN GMAW

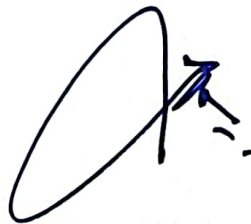
PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

MUHAMMAD RIDHO BAILUSI
D200170233

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ir. Tri Tjahjono, M.T
NIDN. 0631015701

HALAMAN PENGESAHAN
PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK TERHADAP UJI KEKUATAN TARIK DAN
***SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM)* PADA PENGELASAN PLAT**
LOGAM AI 5083 MENGGUNAKAN PENGELASAN GMAW

OLEH
MUHAMMAD RIDHO BAILUSI
D200170233

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Kamis, 02 Februari 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Dr. Ir. Tri Tjahjono, M.T.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Joko Sedyono, S.T., M.Eng., Ph.D.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Bibit Sugito, M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)

()

()





Rois Fatoni, ST, M.Sc, Ph.D.
NIDN. 0603027401

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ke tidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 14 November 2022

Penulis



MUHAMMAD RIDHO BAILUSI
D200170233

PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK TERHADAP UJI KEKUATAN TARIK DAN SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM) PADA PENGELASAN PLAT LOGAM Al 5083 MENGGUNAKAN PENGELASAN GMAW

Abstrak

Dalam dunia industri, aluminium merupakan salah satu jenis material yang paling sering digunakan. Aluminium paduan seri 5083 adalah jenis material yang banyak digunakan dalam dunia industri perkapalan, karena mempunyai sifat mekanik (*mechanical properties*) dan ketahanan korosi yang baik. Salah satu jenis sambungan yang sering digunakan dalam dunia industri untuk menyambungkan dua ataupun lebih bagian logam adalah dengan teknik pengelasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan dari sambungan logam aluminium 5083 yang dilakukan pengelasan GMAW. Pelat logam aluminium 5083 dilakukan pengelasan dengan variasi arus ampere yang berbeda, yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat arus listrik terhadap hasil kekuatan tarik dan struktur mikro material. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan hasil kekuatan tarik dengan besar arus 100 A memiliki kekuatan tarik sebesar 6,768 N/mm², mengalami kenaikan pada arus 110 A sebesar 11,554 N/mm², dan pada arus 120 A terjadi kenaikan sebesar 14,533 N/mm², hal ini menunjukkan bahwa semakin besar kuat arus dalam pengelasan GMAW dapat meningkatkan kekuatan tarik dari plat logam aluminium 5083. Hasil struktur mikro SEM menunjukkan pada kuat arus 100 A terjadi pembentukan rongga pada daerah HAZ dikarenakan kuat arus yang kecil sehingga penetrasi *filler* dengan logam induk tidak optimal, sedangkan pada kuat arus 110 A terjadi pembentukan rongga yang sedikit pada daerah HAZ dikarenakan kuat arus yang sedang sehingga penetrasi *filler* dengan logam induk terjadi dengan cukup baik, dan pada kuat arus 120 A terjadi pembentukan rongga padat pada daerah HAZ dikarenakan kuat arus yang besar jika dibandingkan dengan arus yang lain dan memiliki *heat input* yang lebih tinggi sehingga penetrasi logam induk dan logam pengisi terjadi dengan baik.

Kata kunci: Aluminium 5083, Gas Metal Arc Welding (GMAW), Scanning Electron Microscope (SEM), Uji Tarik

Abstract

In the industrial world, aluminum is one of the most frequently used materials. Aluminum alloy 5083 series is a type of material that is widely used in the shipping industry, because it has good mechanical properties and corrosion resistance. There is one type of connection that is often used in the industrial world to connect two or more metal parts is the welding technique. This study aims to determine the strength of the aluminum 5083 metal joint by using GMAW. The aluminum 5083 metal plate is welded with different amperage current variations, which aims to determine the effect of electric current on the tensile strength and microstructure of the material. From the results of the research conducted, the results of tensile strength with a current of 100 A have a tensile strength of 6,768 N / mm², an increase in current of 110 A of 11,554 N / mm², and at a current of 120 A there is an increase of 14,533 N / mm², this shows that the greater the current strength in GMAW welding can increase the tensile strength of the aluminum metal plate 5083. The results of the SEM microstructure show that at a current strength of 100 A there is a formation of a cavity in the HAZ area due to the small current strength so that the penetration of the filler with the parent metal is not optimal, while in the strong current of 110 A there is a slight formation of the cavity in the HAZ area due to the medium current strength so that the penetration of the filler with the parent metal occurs quite well, and at a current strength of 120 A there is the formation of a solid cavity in the HAZ area due to a large strong current when compared to other currents and has a higher heat input so that the penetration of the parent metal and filler metal occurs well.

Keywords: Aluminum 5083, Gas Metal Arc Welding (GMAW), Scanning Electron Microscope (SEM), Tensile Test

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia industri yang meliputi konstruksi bangunan, transportasi atau manufaktur diperlukan teknik untuk menyatukan satu komponen dengan komponen lainnya, khususnya komponen logam. Teknik pengelasan merupakan salah satu jenis sambungan yang sering digunakan untuk menyambungkan dua ataupun lebih bagian logam dengan menggunakan energi panas.

Sambungan las adalah ikatan dua buah logam atau lebih yang terjadi karena adanya proses difusi dari logam tersebut. Proses difusi sambungan las dapat dilakukan dengan kondisi padat maupun cair. Dalam terminologi las, kondisi padat disebut *Solid state welding (SSW)* atau *Pressure welding* dan kondisi cair disebut *Liquid state welding (LSW)* atau *Fusion welding* (Mulyadi & Iswanto, 2020).

Proses pengelasan dibagi dalam dua katagori utama, yaitu pengelasan lebur dan pengelasan padat. Pengelasan lebur menggunakan panas untuk melebur permukaan yang akan disambung, beberapa operasi menggunakan logam pengisi dan yang lain tanpa logam pengisi. Pengelasan padat proses penyambungannya menggunakan panas dan/atau tekanan, tetapi tidak terjadi peleburan pada logam dasar dan tanpa penambahan logam pengisi (Siswanto, 2018).

Arrahman dan Aria Wira pada 2014, menuliskan bahwa proses pengelasan logam dengan las yang dibutuhkan oleh industri manufaktur adalah dengan pengelasan cair, salah satunya adalah menggunakan las busur gas (GMAW). Las busur gas adalah cara pengelasan di mana 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), dan gas karbon dioksida (CO₂) atau campuran dari gas – gas tersebut (Ikhsan et al., 2021).

Dalam proses manufaktur pemilihan bahan material harus disesuaikan dengan kebutuhan dan kegunaannya, untuk pengelasan material yang digunakan adalah material logam, sedangkan aluminium merupakan salah satu jenis material logam *non-ferro* yang sering digunakan dalam dunia industri dikarenakan memiliki sifat anti korosi.

Aluminium paduan seri 5083 adalah jenis aluminium yang banyak digunakan dalam dunia industri perkapalan, karena mempunyai sifat mekanik (*mechanical properties*) dan ketahanan korosi yang baik. Penggunaan yang paling banyak adalah untuk konstruksi perkapalan dan bejana tekan. Pada bidang perkapalan biasanya aluminium dipergunakan

untuk konstruksi pada bagian tangki, khususnya tangki air tawar atau tangki bahan bakar, namun dapat juga digunakan secara keseluruhan pada konstruksi kapal (Putra et al., 2016).

Untuk mengetahui ketahanan dari hasil pengelasan dilakukan dengan pengujian, pengujian yang dilakukan adalah pengujian destruktif dan non destruktif, pengujian destruktif adalah pengujian yang dilakukan dengan cara merusak untuk mengetahui kekuatan dari hasil pengelasan, pengujian destruktif yang biasanya dilakukan adalah pengujian kimia dan pengujian mekanikal.

Salah satu pengujian yang digunakan untuk mengetahui sifat mekanik logam adalah uji tarik. Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang berlawanan arah. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. Pengujian tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Karena dengan pengujian tarik dapat diukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara perlahan (Salindeho et al., 2018).

Untuk mengetahui susunan dan struktur mikro dari suatu material dilakukan dengan cara uji mikrografi. Uji mikrografi adalah proses pengujian visual terhadap material yang dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh gambar yang menunjukkan struktur mikro sebuah logam atau paduan (Leo Pranata Ketaren., et al., 2019). *Scanning Electron Microscope* (SEM) merupakan salah satu alat yang populer untuk mengukur ketebalan dan ukuran butir suatu material. SEM adalah salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambar profil permukaan atau morfologi suatu material. Pada dasarnya, prinsip kerja SEM adalah menembakkan permukaan benda dengan menggunakan berkas elektron berenergi tinggi sehingga permukaan benda haruslah konduktif. Sehingga untuk karakterisasi material non konduktif terlebih dahulu harus dilapisi oleh material konduktif. Material konduktif yang biasanya digunakan adalah material Au atau Au-Pt (Didik, 2020).

Aluminium 5083 banyak digunakan dalam industri perkapalan karena memiliki ketahanan terhadap korosi yang baik, selain itu di antara paduan *non-heat treatment* yang lain, aluminium 5083 memiliki kekuatan tertinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui

besar arus yang paling optimal dalam pengelasan GMAW yang dilakukan pada aluminium 5083. Aluminium 5083 juga dapat mempertahankan kekuatannya setelah proses pengelasan.

2.METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif, peneliti memilih jenis penelitian tersebut karena sesuai dengan tujuan peneliti yang ingin mengumpulkan data tentang pengaruh variasi arus listrik dalam proses pengelasan GMAW pada aluminium 5083. Dari hasil pengelasan tersebut kemudian dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan tarik spesimen dengan variasi arus pengelasan yang berbeda, kemudian dilakukan pengujian SEM untuk mengetahui perubahan struktur mikro pada spesimen dengan variasi arus pengelasan yang berbeda.

Spesimen dalam penelitian ini adalah pelat aluminium 5083. Aluminium 5083 dipilih sebagai spesimen utama karena memiliki ketahanan terhadap korosi yang baik sehingga banyak digunakan dalam industri perkapalan.

Pelat aluminium 5083 akan dilakukan pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) dengan variasi arus 100 A, 110 A, 120 A. Kemudian hasil pengelasan itu akan dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui perbedaan pengaruh variasi arus pengelasan terhadap kekuatan tarik aluminium 5083. Dan akan dilakukan pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengetahui perbedaan pengaruh variasi arus pengelasan terhadap struktur mikro aluminium 5083.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Tarik

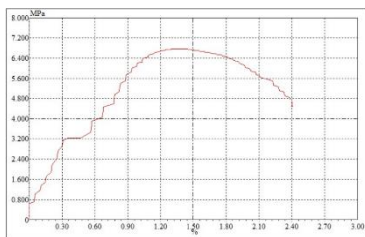
Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas dari hasil pengelasan pelat aluminium 5083. Pada pengujian ini spesimen uji berupa pelat aluminium 5083 dilakukan pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW), dengan kuat arus pengelasan yang divariasikan menjadi 100 A, 110 A, dan 120 A.

Dari pengujian tarik spesimen aluminium 5083 dapat diperoleh data-data hasil pengujian tarik sebagai berikut.

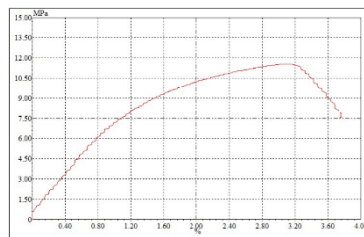
Tabel 1. Data hasil pengujian tarik pelat aluminium 5083

Ampere	Pertambahan Panjang %	Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Kekuatan Luluh (N/mm ²)	Modulus Elastisitas (N/mm ²)
100	2,387	6,768	6,738	441,927
110	3,733	11,554	8,268	731,158
120	8,276	14,533	10,393	569,063

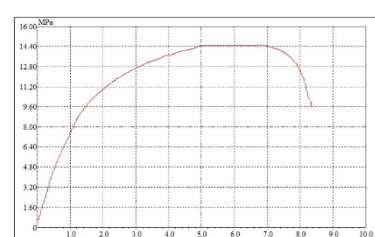
Dari hasil pengujian tersebut didapatkan hasil pertambahan panjang sebesar 2,387%, kekuatan tarik sebesar 6,768 N/mm², kekuatan luluh sebesar 6,738 N/mm² dan modulus elastisitas sebesar 441,927 N/mm² pada 100 A, dan hasil pertambahan panjang sebesar 3,733%, kekuatan tarik sebesar 11,554 N/mm², kekuatan luluh sebesar 8,268 N/mm² dan modulus elastisitas sebesar 731,158 N/mm² pada 110 A, dan hasil pengujian tersebut didapatkan hasil pertambahan panjang sebesar 8,276%, kekuatan tarik sebesar 14,533 N/mm², kekuatan luluh sebesar 10,393 N/mm² dan modulus elastisitas sebesar 569,063 N/mm² pada 120 A. Serta diperoleh diagram tegangan regangan sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram tegangan regangan 100 A



Gambar 1. Diagram tegangan regangan 110 A



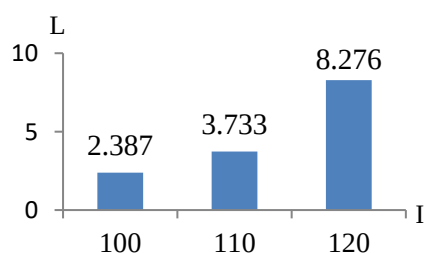
Gambar 3. Diagram tegangan regangan 120 A

3.2 Analisa Data Hasil Pengujian Tarik

Dari data hasil pengujian tarik yang dilakukan pada pelat aluminium 5083 dengan variasi ampere pengelasan yang berbeda, terdapat beberapa hal yang dapat di analisa diantara-Nya adalah sebagai berikut.

3.2.1 Pertambahan Panjang (%)

Pertambahan panjang adalah perubahan ukuran spesimen uji tarik dari semula panjang awal hingga panjang akhir.

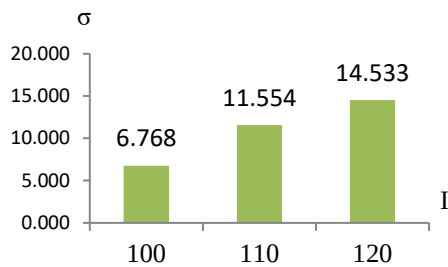


Gambar 2. Diagram batang pertambahan panjang

Dari data diagram batang dapat dilihat pertambahan panjang tertinggi terjadi pada spesimen pengelasan dengan besar arus 120 A dengan pertambahan panjang sebesar 8,27 6% sedangkan pertambahan panjang terendah terjadi pada spesimen pengelasan dengan besar arus 100 A dengan pertambahan panjang sebesar 2,387 %.

3.2.2 Kekuatan Tarik (N/mm²)

Kekuatan tarik adalah nilai besarnya beban tarik maksimum yang dapat ditahan oleh spesimen uji ketika diregangkan atau ditarik.

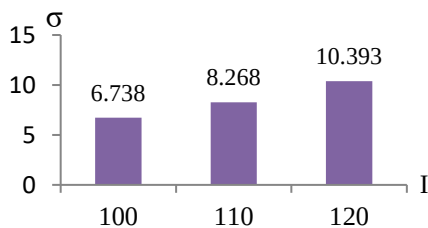


Gambar 3. Diagram batang kekuatan tarik

Dari data diagram batang dapat dilihat kekuatan tarik tertinggi terjadi pada spesimen pengelasan dengan besar arus 120 A dengan kekuatan tarik sebesar 14,533 N/mm² sedangkan kekuatan tarik terendah terjadi pada spesimen pengelasan dengan besar arus 100 A dengan kekuatan tarik sebesar 6,768 N/mm².

3.2.3 Kekuatan Luluh (N/mm²)

Kekuatan luluh adalah nilai besarnya beban tarik sebelum berkurangnya sifat elastisitas pada spesimen pada saat pengujian tarik.

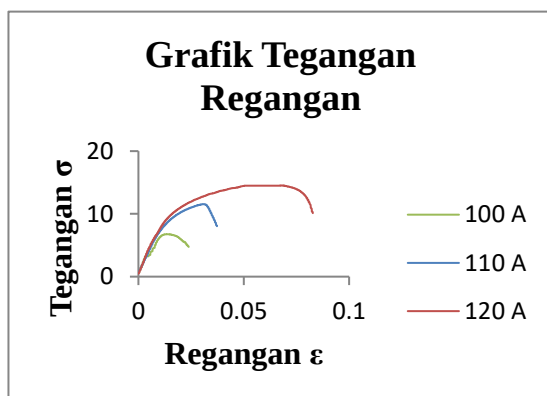


Gambar 4. Diagram batang kekuatan luluh

Dari data diagram batang dapat dilihat kekuatan luluh tertinggi terjadi pada spesimen pengelasan dengan besar arus 120 A dengan kekuatan luluh sebesar 10,393 N/mm² sedangkan kekuatan luluh terendah terjadi pada spesimen pengelasan dengan besar arus 100 A dengan kekuatan luluh sebesar 6,738 N/mm².

3.2.4 Grafik Tegangan dan Regangan

Grafik tegangan dan regangan adalah grafik yang menunjukkan perbandingan antara nilai tegangan dan regangan spesimen uji pada saat dilakukan pengujian tarik.

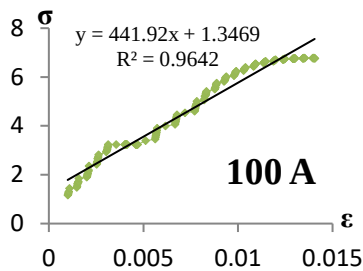


Gambar 5. Grafik tegangan-regangan

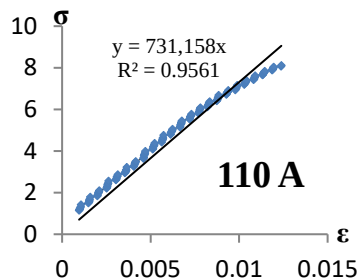
Dari grafik dapat dilihat bahwa tegangan-regangan tertinggi terjadi pada spesimen pengelasan dengan besar arus 120 A sedangkan tegangan-regangan terendah terjadi pada spesimen pengelasan dengan besar arus 100 A.

3.2.5 Modulus Elastisitas

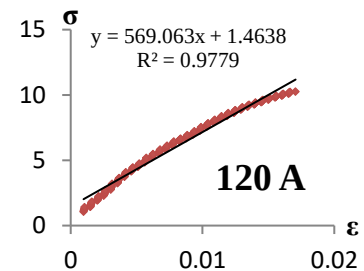
Modulus elastisitas adalah ukuran ketahanan spesimen uji terhadap deformasi elastis. Semakin besar nilai modulus elastisitas, maka semakin kecil regangan elastik yang dihasilkan akibat pemberian tegangan. Modulus elastisitas dapat ditentukan berdasarkan grafik tegangan dan regangan kemudian dicari menggunakan fungsi *linear trendline*, berikut merupakan nilai modulus elastisitas pelat aluminium 5083.



Gambar 8. Modulus elastisitas pelat aluminium 5083 100 A

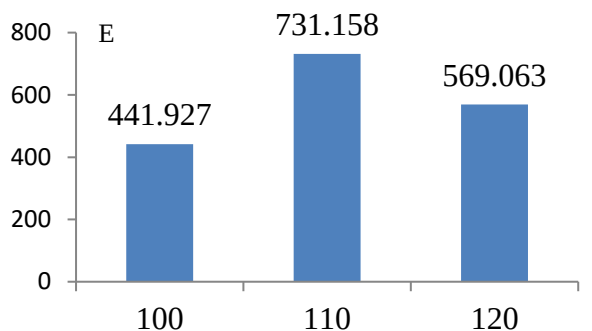


Gambar 9. Modulus elastisitas pelat aluminium 5083 110 A



Gambar 10. Modulus elastisitas pelat aluminium 5083 120 A

Modulus Elastisitas



Gambar 6. Diagram batang modulus elastisitas

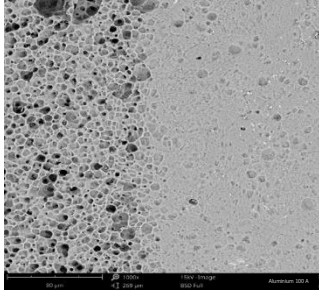
Berdasarkan data hasil analisa modulus elastisitas pengujian tarik pelat aluminium 5083 dapat dilihat bahwa kuat arus 100 A memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 441,927 N/mm², kuat arus 110 A memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 731,158 N/mm², dan kuat arus 120 A memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 569,063 N/mm².

3.3 Hasil Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Scanning electron microscope (SEM) dilakukan untuk melihat struktur mikro dari hasil pengelasan pelat logam aluminium 5083. Pada pengujian ini spesimen uji berupa pelat aluminium 5083 dilakukan pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW), dengan kuat arus pengelasan yang divariasikan menjadi 100 A, 110 A, dan 120 A. Struktur mikro yang diamati adalah pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) atau pada daerah yang terpengaruh panas dan peleburan dari proses pengelasan, dan juga pada daerah hasil pengelasan di mana terjadi peleburan antara logam induk dan kawat pengisi.

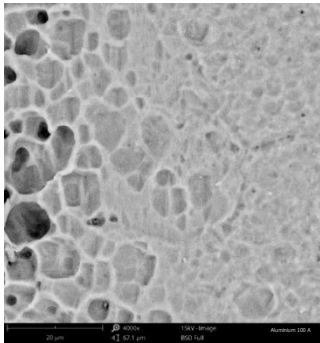
3.3.1 Scanning Electron Microscope (SEM) 100 A

1. Hasil SEM Daerah HAZ



Dari hasil uji SEM dapat dilihat bahwa pada pengelasan aluminium 5083 dengan kuat arus sebesar 100 A terjadi pembentukan rongga pada daerah HAZ dikarenakan kuat arus yang kecil sehingga penetrasi filler dengan logam induk tidak optimal.

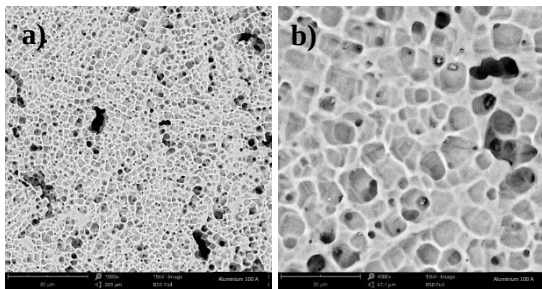
Gambar 12. Aluminium 100 A daerah Haz per besaran 1000x



Hasil pengujian SEM dengan per besaran 4000x pada daerah HAZ dapat terlihat perbedaan struktur mikro antara daerah HAZ dan daerah hasil pengelasan dimana pada daerah las terlihat banyak rongga pada struktur mikronya, sedangkan pada daerah HAZ struktur mikronya lebih padat dan hanya terdapat beberapa rongga.

Gambar 13. Aluminium 100 A daerah Haz per besaran 4000x

2. Hasil SEM Daerah Las

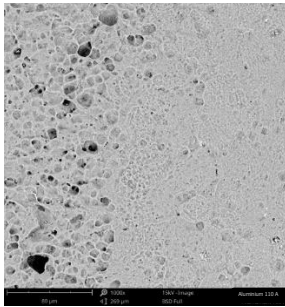


Gambar 7. Aluminium 100 A daerah las, a) Perbesaran 1000x dan b) Perbesaran 4000x

Dari hasil uji SEM dapat terlihat banyak rongga yang terbentuk pada daerah las pada saat pengelasan, rongga yang terbentuk memiliki ukuran yang lebih kecil jika dibandingkan dengan rongga yang terbentuk pada pengelasan dengan arus yang lebih besar yaitu 110 A dan 120 A.

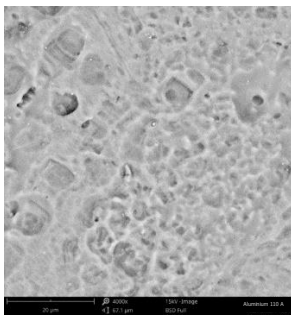
3.3.2 Scanning Electron Microscope (SEM) 110 A

1. Hasil SEM Daerah HAZ



Dari hasil uji SEM dapat dilihat bahwa pada pengelasan aluminium 5083 dengan kuat arus sebesar 110 A terjadi pembentukan rongga yang sedikit pada daerah HAZ dikarenakan kuat arus yang sedang sehingga penetrasi filler dengan logam induk terjadi dengan baik.

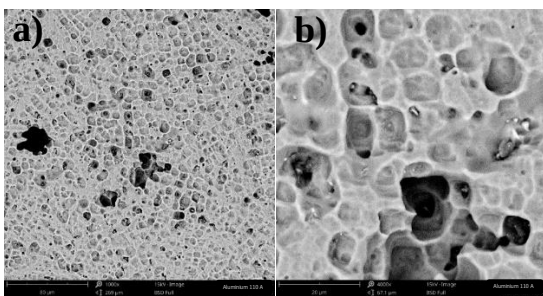
Gambar 8. Aluminium 110 A daerah Haz perbesaran 1000x



Hasil pengujian SEM dengan per besaran 4000x pada daerah HAZ dapat terlihat hanya sedikit terjadi perbedaan antara daerah HAZ dan pengelasan di mana pada daerah las hanya terdapat sedikit rongga dan memiliki struktur mikro yang padat seperti struktur mikro pada daerah HAZ.

Gambar 9. Aluminium 110 A daerah Haz perbesaran 4000x

2. Hasil SEM Daerah Las

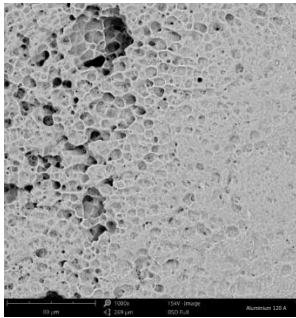


Dari hasil uji SEM dapat terlihat banyak rongga yang terbentuk pada daerah las pada saat pengelasan, rongga yang terbentuk memiliki ukuran yang lebih besar jika dibandingkan dengan rongga yang terbentuk pada pengelasan dengan arus yang lebih kecil yaitu 100 A.

Gambar 10. Aluminium 110 A daerah las, a) Perbesaran 1000x dan b) Perbesaran 4000x

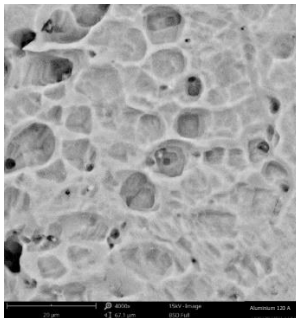
3.3.3 Scanning Electron Microscope (SEM) 120 A

1. Hasil SEM Daerah HAZ



Gambar 11. Aluminium 120 A daerah Haz perbesaran 1000x

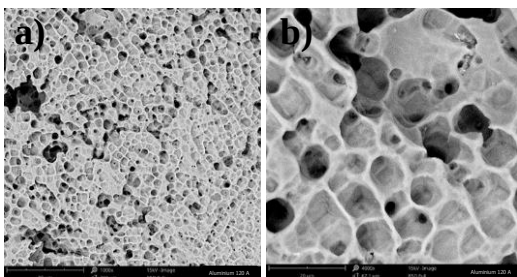
Dari hasil uji SEM dapat dilihat bahwa pada pengelasan aluminium 5083 dengan kuat arus sebesar 120 A terjadi pembentukan rongga yang besar dan padat pada daerah HAZ dikarenakan kuat arus yang besar jika dibandingkan dengan arus yang lain dan memiliki *heat input* yang lebih tinggi sehingga terjadi pendinginan yang lambat, sehingga logam induk dan logam pengisi dapat menyatu dengan baik dan mengisi rongga yang kosong.



Gambar 12. Aluminium 120 A daerah Haz perbesaran 4000x

Hasil pengujian SEM dengan per besaran 4000x pada daerah HAZ dapat terlihat struktur mikro pada daerah HAZ di mana logam induk dan logam pengisi terjadi penetrasi dengan baik, hal ini disebabkan karena *heat input* yang tinggi dari pengelasan dengan kuat arus yang besar, sehingga mempengaruhi struktur mikro pada daerah HAZ, dan dapat membuat struktur mikro dari logam induk dan *filler* dapat menyatu dengan baik pada daerah HAZ.

2. Hasil SEM Daerah Las



Gambar 13. Aluminium 120 A daerah las, a) Perbesaran 1000x dan b) Perbesaran 4000x

Dari hasil uji SEM dapat terlihat rongga yang terbentuk pada daerah las pada saat pengelasan, rongga yang terbentuk memiliki ukuran yang lebih besar dan lebih padat jika dibandingkan dengan rongga yang terbentuk pada pengelasan dengan arus yang lebih kecil yaitu 100 A dan 110 A.

3.4 Pembahasan

3.4.1 Masukan Panas (*Heat Input*)

Dalam proses pengelasan masukan panas akan mempengaruhi hasil penetrasi dari logam pengisi dan logam induk, jika masukan panas yang diterima kecil maka akan menyebabkan penetrasi yang kurang dalam, dan masukan panas yang sedang akan menghasilkan penetrasi yang cukup baik, sedangkan masukan panas yang terlalu besar dapat menyebabkan timbulnya keretakan pada daerah yang terkena panas. Berikut adalah rumus bentuk masukan panas :

$$HI = \frac{E \cdot I \cdot 60}{v}$$

Keterangan :

HI	= Masukan Panas (joule/cm)
E	= Tegangan Busur (volt)
I	= Arus Las (Ampere)
v	= Kecepatan Las (cm/menit)

Diketahui data pengelasan GMAW dengan kuat arus 100 A.

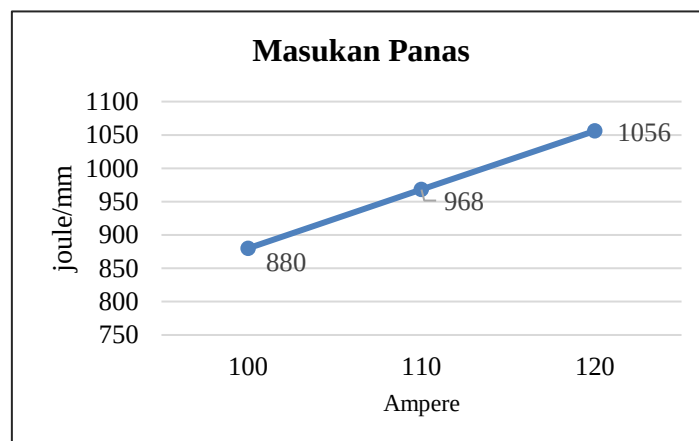
E = 22 volt

I = 100 Ampere

v = 15 cm/menit

Ditanya

$$\text{Masukan Panas} = HI = \frac{E \cdot I \cdot 60}{v} = \frac{22 \cdot 100 \cdot 60}{15} = 8800 \text{ joule/cm} = 880 \text{ joule/mm}$$



Gambar 14. Masukan panas (*heat input*)

3.4.2 Pembahasan Hasil Pengujian Tarik

Dari hasil pengujian tarik didapatkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 14,533 N/mm² dan regangan tertinggi sebesar 8,276 %, yaitu pada arus 120 A sedangkan kekuatan tarik terendah

sebesar $6,768 \text{ N/mm}^2$ dan regangan terendah sebesar 2,387 % yaitu pada arus 100 A, hal ini menunjukkan bahwa pada pengelasan GMAW pelat logam aluminium 5083 besaran ampere yang paling optimal adalah 120 A. Hasil ini jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rizky Perdana Putra dkk (2016), yang melakukan penelitian tentang pengaruh arus listrik dan temperatur terhadap kekuatan tarik dan *impact* aluminium 5083 pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*), dalam penelitian yang dilakukan besaran arus yang divariasikan adalah 130 A, 150 A, 170 A dan 200 A, dalam penelitian tersebut didapatkan bahwa kekuatan tarik tertinggi yaitu pada arus 130 A, sedangkan kekuatan tarik terendah pada arus 200 A. Dari hasil di atas menunjukkan bahwa pada pengelasan GMAW pelat logam aluminium 5083 besaran kuat arus yang paling optimal adalah 120 A – 130 A, jika besaran kuat arus lebih kecil akan terjadi penurunan kekuatan tarik dikarenakan penetrasi logam induk dan logam pengisi tidak terjadi dengan optimal karena kurangnya panas yang diterima (*heat input*) pada saat proses pengelasan, sedangkan jika kuat arus lebih besar maka dapat menyebabkan keretakan pada hasil pengelasan dikarenakan panas yang diterima (*heat input*) terlalu besar.

3.4.3 Pembahasan Hasil Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Dari hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM), di dapatkan bahwa pengaruh masukan panas (*heat input*) selama proses pengelasan GMAW dapat mempengaruhi struktur mikro dari pelat aluminium 5083. Dari hasil pengujian diperoleh struktur mikro pada pengelasan GMAW pelat logam aluminium 5083 pada besaran arus 100 A terjadi pembentukan rongga kecil dan banyak pada daerah HAZ dan daerah las yang dikarenakan kuat arus yang kecil dan menyebabkan masukan panas yang kecil juga, sehingga penetrasi *filler* dengan logam induk yang terjadi tidak optimal, pada besaran arus 110 A terjadi pembentukan rongga yang sedikit pada daerah HAZ dan las yang disebabkan kuat arus yang sesuai dan masukan panas yang cukup baik sehingga penetrasi *filler* dengan logam induk terjadi dengan baik, sedangkan pada besaran arus 120 A terjadi pembentukan rongga yang renggang pada daerah HAZ dan las yang disebabkan kuat arus yang terlalu besar sehingga masukan panas yang terlalu besar pada saat terjadinya penetrasi antara *filler* dan logam induk sehingga menyebabkan terjadinya pendinginan yang lambat. Hasil jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Bintarto dkk (2020) yang melakukan penelitian tentang analisa struktur mikro dan kekuatan *bending* sambungan las TIG dengan perbedaan kuat arus listrik pada logam tak sejenis aluminium paduan 5052-baja galvanis dengan *filler* *al-si* 4043, dari hasil penelitian itu menunjukkan bahwa semakin besar kuat arus listrik dalam

pengelasan maka *heat input* akan meningkat pula, dan hal ini dapat mempengaruhi struktur mikro dari logam induk. Dari hasil di atas menunjukkan bahwa pada pengelasan GMAW pelat logam aluminium 5083, besaran kuat arus dapat mempengaruhi masukan panas yang diterima oleh logam induk dan dapat mengubah struktur mikro dari logam induk.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data dan hasil pembahasan tentang Pengaruh Variasi Arus Listrik Terhadap Uji Kekuatan Tarik dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) Pada Pengelasan Pelat Logam Al 5083 Menggunakan Pengelasan GMAW dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil uji tarik pada spesimen pelat logam aluminium 5083 hasil pengelasan menunjukkan pertambahan panjang pada pengelasan dengan besar arus 100 A sebesar 2,387 %, mengalami kenaikan pada arus 110 A sebesar 3,733 %, dan pada arus 120 A mengalami kenaikan sebesar 8,276 %. Hasil kekuatan tarik menunjukkan pengelasan dengan besar arus 100 A memiliki kekuatan tarik sebesar 6,768 N/mm², mengalami kenaikan pada arus 110 A sebesar 11,554 N/mm², dan pada arus 120 A terjadi kenaikan sebesar 14,533 N/mm². Hasil kekuatan luluh menunjukkan pengelasan dengan besar arus 100 A memiliki kekuatan luluh sebesar 6,738 N/mm², mengalami kenaikan pada arus 110 A sebesar 8,268 N/mm², dan pada arus 120 A terjadi kenaikan sebesar 10,393 N/mm². Hal ini menunjukkan bahwa pada pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) pelat logam aluminium 5083 besaran ampere yang paling optimal adalah 120 A.
2. Grafik tegangan-regangan hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa pada kuat arus yang kecil yaitu 100 A memiliki grafik tegangan-regangan yang paling rendah, diikuti oleh kuat arus 110 A yang memiliki grafik tegangan-regangan yang berada di antara 100 A dan 120 A, sedangkan pada kuat arus 120 A memiliki grafik tegangan-regangan yang paling tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pada grafik tegangan-regangan, kuat arus dapat mempengaruhi kekuatan tarik dari pelat logam aluminium 5083, semakin besar kuat arus dalam pengelasan logam aluminium 5083 maka akan semakin tinggi grafik tegangan-regangannya. Hasil modulus elastisitas menunjukkan bahwa pada pengelasan 100 A memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 441,927 N/mm², mengalami kenaikan sebesar 731,158 N/mm² pada pengelasan 110 A, dan mengalami penurunan pada 120 A dengan nilai modulus elastisitas sebesar 569,063 N/mm². Hal ini menunjukkan bahwa besaran arus 110 A memiliki

nilai regangan elastik paling kecil dari pemberian tegangan pada pengujian tarik yang dilakukan.

3. Hasil pengujian SEM menunjukkan pada kuat arus 100 A terjadi pembentukan rongga pada daerah HAZ dikarenakan kuat arus yang kecil sehingga penetrasi *filler* dengan logam induk tidak optimal, sedangkan pada kuat arus 110 A terjadi pembentukan rongga yang sedikit pada daerah HAZ hal ini disebabkan oleh kuat arus yang sedang sehingga penetrasi *filler* dengan logam induk terjadi dengan cukup baik, dan pada kuat arus 120 A terjadi pembentukan rongga yang padat pada daerah HAZ dikarenakan kuat arus yang besar jika dibandingkan dengan arus yang lain dan memiliki *heat input* yang lebih tinggi sehingga penetrasi logam induk dan logam pengisi terjadi dengan baik.

4.2 Saran

Dalam penelitian selanjutnya, penulis mempunyai beberapa saran yang mungkin dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian ini, antara lain:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan jumlah spesimen yang ada untuk tiap variasi arus pengelasan yang berbeda, dengan tujuan agar mendapatkan hasil data yang lebih valid.
2. Perlu ketelitian pada saat pemotongan pelat menjadi spesimen uji tarik agar tidak terjadinya kesalahan pemotongan yang dapat menyebabkan perbedaan dimensi yang signifikan antar spesimen yang dapat mempengaruhi kekuatan tarik spesimen.
3. Pada penelitian selanjutnya dapat menambahkan variasi arus yang lebih tinggi untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dan perubahan struktur mikro yang dapat terjadi jika arus pengelasan lebih besar.
4. Perlu dilakukan uji SEM lebih lanjut pada daerah HAZ dan logam induk untuk mengetahui pengaruh panas dari kuat arus pada saat pengelasan terhadap struktur mikro pada daerah logam induk.

DAFTAR PUSTAKA

- American Welding Society. Committee on Welding in Marine Construction. Subcommittee on Underwater, Institute, A. N. S., & Committee, A. W. S. T. A. (1989). *Specification for Underwater Welding*. American Welding Society.
- Bintarto, R., Widodo, T. D., Raharjo, R., Ma'arif, M. S., Dewi, F. G. U., & Pratama, G. D. (2020). ANALISA STRUKTUR MIKRO DAN KEKUATAN BENDING SAMBUNGAN LAS TIG DENGAN PERBEDAAN KUAT ARUS LISTRIK PADA LOGAM TAK SE_JENIS ALUMINIUM PADUAN 5052-BAJA GALVANIS DENGAN FILLER AL-SI 4043, (December 2019), 125–131.
- Didik, L. A. (2020). PENENTUAN UKURAN BUTIR KRISTAL $\text{CuCr}_{0,98}\text{Ni}_{0,02}\text{O}_2$ DENGAN MENGGUNAKAN X-RAY DIFFRACTION (XRD) DAN SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM). *Indonesian Physical Review*, 3(1), 6–14. <https://doi.org/10.29303/ipr.v3i1.37>
- Edward, Z., & Hendropasetyo, W. (2013). Pengaruh bentuk probe pada tool shoulder terhadap metalurgi aluminium seri 5083 dengan proses friction stir welding. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), 112–115.
- Ikhsan, B. N., Dharta, Y., & Rodika. (2021). PENGARUH VARIASI ARUS BUSUR LISTRIK PENGELASAN GMAW TERHADAP KEKUATAN IMPAK PADA BAJA KARBON RENDAH ST 37. Belitung.
- Junus, S. (2011). Pengaruh Besar Aliran Gas terhadap Cacat Porositas dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan MIG pada Paduan Aluminium 5083. *Jurnal ROTOR*, Vol. 4(No. 1), 22–31.
- Kurniawan, H., Santosa, A. W. B., & Budiarto, U. (2020). Pengaruh Media Pendingin Air Tawar, Air Coolant, dan Udara Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan pada Sambungan Las MIG (Metal Inert Gas) dan MAG (Metal Active Gas) Aluminium 6061. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 8(4), 579–587.
- Ltd, A. M. (2022). Data Aluminium Alloy 5083 - “0” - H111 Sheet and Plat. Aalco Metals Ltd.
- Mulyadi, & Iswanto. (2020). *TEKNOLOGI PENGELASAN*. (M. . Dr. Ir. Jamaaluddin, Ed.) (1st ed.). Sidoarjo: UMSIDA Press.
- Prasetyo, Y. (2011). Scanning Electron Microscope (SEM) dan Optical Emission Spectroscopy (OES). Retrieved October 10, 2022, from <https://yudiprasetyo53.wordpress.com/2011/11/07/scanning-electron-microscope-sem-dan-optical-emission-spectroscopy-oes/>
- Putra, R. P., Jokosisworo, S., & Kiryanto. (2016). Pengaruh Arus Listrik Dan Temperatur Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impact Alumunium 5083 Pengelasan Gmaw (Gas Metal Arc Welding). *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(1), 152–161.
- Salindeho, R. D., Soukota, J., & Poeng, R. (2018). Pemodelan pengujian tarik untuk menganalisis sifat mekanik material. *Jurnal J-Ensitem*, 3(1), 1–11.
- Siswanto, R. (2018). Buku Ajar Teknologi Pengelasan (HMKB791). *Teknik Mesin Univeristas Lambung Mangkurat*, 1–20.
- Sonawan, H., & Suratman, R. (2004). Pengantar untuk memahami pengelasan logam. *Bandung: Alfabeta*.
- Susetyo, F. B., Syaripuddin, & Hutomo, S. (2013). Studi Karakteristik Hasil Pengelasan MIG Pada Material Aluminium 5083. *Mechanical*, 4(2).
- Widharto, S. (2013). Welding inspection. *Jakarta: Mitra Wacana Media*, 7.
- Wijayanto, S. O., & Bayuseno, A. . (2014). Analisis Kegagalan Material Pipa Ferrule Nickel Alloy N06025 Pada Waste Heat Boiler Akibat Suhu Tinggi Berdasarkan Pengujian : *Jurnal Teknik Mesin*, 2(1), 33–39.
- Wiryosumarto, H., & Okumura, T. (2000). Teknik pengelasan logam. *Erlangga, Jakarta*.