

**ANALISA KUAT ARUS PADA PENGELASAN GMAW
SAMBUNGAN ALUMINIUM 6063 DENGAN KAMPUH V
TUNGGAL TERHADAP KEKUATAN TARIK KEKERASAN
STRUKTUR MIKRO DAN UNSUR BAHAN**



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

Oleh:

RYAN TAUFIQ ARROHMAN

D 200 180 019

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA KUAT ARUS PADA PENGELASAN GMAW
SAMBUNGAN ALUMINIUM 6063 DENGAN KAMPUH V
TUNGGAL TERHADAP KEKUATAN TARIK KEKERASAN
STRUKTUR MIKRO DAN UNSUR BAHAN**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

RYAN TAUFIO ARROHMAN

D 200 180 019

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Bibit Sugito, M. T

NIDN. 0616106001

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA KUAT ARUS PADA PENGELASAN GMAW SAMBUNGAN
ALUMINIUM 6063 DENGAN KAMPUIH V TUNGGAL TERHADAP
KEKUATAN TARIK KEKERASAN STRUKTUR MIKRO DAN UNSUR
BAHAN**

OLEH

RYAN TAUFIQ ARROHMAN

D 200 180 019

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Rabu, 3 Agustus 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Bibit Sugito., M. T

(Ketua Dewan Penguji)


(.....)

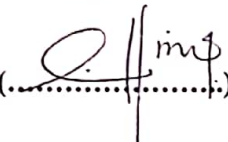
2. Bambang Waluyo Febriantoko., S. T., M. T

(Anggota I Dewan Penguji)


(.....)

3. Ir. Muhammad Alfatih Hendrawan., S. T., M. T

(Anggota II Dewan Penguji)


(.....)

Dekan



Rols Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIK. 892

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 ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 3 Juli 2022

Penulis



RYAN TAUFIQ ARROHMAN
D200180019

ANALISA KUAT ARUS PADA PENGELASAN GMAW SAMBUNGAN ALUMINIUM 6063 DENGAN KAMPUH V TUNGGAL TERHADAP KEKUATAN TARIK KEKERASAN STRUKTUR MIKRO DAN UNSUR BAHAN

Abstrak

Alumunium paduan adalah salah satu jenis logam yang digunakan sebagai material konstruksi pada kapal. Penentuan parameter las sangat penting dalam proses pengelasan khususnya kuat arus las serta bentuk kampuh terhadap sifat mekanik hasil las. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh terhadap sifat mekaniknya jika arus yang digunakan pada pengelasan divariasikan dengan nilai kuat arus 120 A, 140 A, dan 160 A. Material yang digunakan adalah Alumunium Seri 6063 ketebalan 5 mm dengan sambungan kampuh V tunggal 60°. Metode pengelasan yang diterapkan pada penelitian ini adalah pengelasan GMAW dengan filler ER 5356 diameter 1 mm sebagai logam pengisinya. Dengan dilakukannya pengujian tarik, kekerasan, struktur mikro, dan uji unsur bahan, kekuatan tarik tertinggi dicapai pada kuat arus 120 A dengan nilai tegangan 235 Mpa, regangan 0.029, nilai modulus elastisitas 8102 Mpa. Kekuatan tarik terendah terjadi pada arus 160 A nilai tegangan 167,6 Mpa, regangan 0,032, nilai modulus elastisitas 5252 Mpa. Hasil pengujian SEM-EDX dipengaruhi oleh rendah tingginya variasi arus serta masukan panas sehingga terjadi perbedaan kandungan senyawa didalamnya, hal ini menunjukkan bahwa nilai kekerasan pada daerah lasan selalu lebih besar dibandingkan pada daerah HAZ dan logam induk untuk setiap variasi kuat arus. Pada arus 120 A pengujian kekerasan didapatkan kekuatan tertinggi sebesar 63.4 HVN, Kekerasan terendah pada arus 160 A dengan nilai sebesar 57,23 HVN.

Kata Kunci : GMAW, Al-Si, Arus, Kampuh V, Uji Tarik, Kekerasan, SEM

Abstract

Aluminum alloy is one type of metal that is used as a construction material on ships. Determination of welding parameters is very important in the welding process, especially the strength of the welding current and the shape of the seam on the mechanical properties of the weld. This study was conducted to determine how much influence on the mechanical properties if the current used in welding is varied with the current strength values of 120 A, 140 A, and 160 A. The material used is Aluminum Series 6063 with a thickness of 5 mm with a single V joint connection of 60°. The welding method applied in this research is GMAW welding with ER 5356 filler with a diameter of 1 mm as the filler metal. By conducting tensile, hardness, microstructure, and elemental tests, the highest tensile strength was achieved at a current of 120 A with a stress value of 235 Mpa, strain 0.029, and modulus of elasticity 8102 Mpa. The lowest tensile strength occurs at a current of 160 A with a stress value of 167.6 Mpa, a strain of 0.032, and a modulus of elasticity of 5252 Mpa. The results of the SEM-EDX test are influenced by the low and high variations in current and heat input so that there are differences in the content of compounds in it, this indicates that the hardness value in the weld area is always greater than in the HAZ area and the parent metal for each variation of current strength. At a current of 120 A, the hardness test obtained the highest strength of 63.4 HVN, the lowest hardness at a current of 160 A with a value of 57.23 HVN.

Keywords : GMAW, Al-Si, Current, Elasticity V, Tensile Test, Hardness, SEM

1. PENDAHULUAN

Pada umumnya dalam suatu proses pengelasan penentuan parameter sangat penting dalam proses pengelasan. Terutama industri perkapalan khususnya pada pembuatan konstruksi pada kapal. Beberapa faktor yang mempengaruhi sifat mekanik hasil lasan adalah penentuan parameter dalam proses pengelasan yaitu kuat arus, tegangan, pemilihan logam pengisi (filler). Terutama kuat arus merupakan salah satu parameter proses yang akan mempengaruhi sifat mekanik hasil lasan. Makin tinggi arus listrik pada pengelasan yang digunakan dalam pengelasan, makin tinggi pula penembusan atau penetrasi serta kecepatan pencairan lasan. Arus listrik yang besar juga dapat memperkecil percikan butir dan meningkatkan penguatan mekanik. Tetapi dengan terlalu tingginya arus listrik maka juga akan memperlebar daerah struktur las tersebut (HAZ). serta dapat mempengaruhi kekuatan material tersebut. (wiryosumarto, 2000).

Pemilihan parameter ini menjadi semakin penting ketika digunakan pada pengelasan aluminium karena aluminium mempunyai sifat yang relatif kurang baik ketika dilas jika dibandingkan dengan pengelasan baja, tetapi aluminium memiliki sifat-sifat yang menguntungkan seperti tahan korosi, konduktor panas dan listrik yang cukup baik serta mempunyai massa yang ringan. Namun sifat mampu las aluminium kurang baik untuk proses pengelasan dengan metode kuno atau tradisional. Untuk mengatasi masalah ini maka digunakan teknik pengelasan menggunakan jenis las GMAW (gas metal arc welding) atau biasa disebut las MIG (metal inert gas).

Las GMAW (gas metal arc welding) atau biasa disebut las MIG (metal inert gas) merupakan las busur gas yang menggunakan kawat las atau logam pengisi sekaligus sebagai elektroda. Elektroda tersebut berupa gulungan kawat (rol) yang gerakannya diatur oleh motor listrik. Las ini menggunakan gas mulia atau argon sebagai pelindung busur dan logam yang mencair dari pengaruh atmosfer. Seorang ilmuwan menyatakan besarnya arus listrik pengelasan tergantung dari bahan, ukuran dari lasan, geometri/model sambungan, jenis maupun ukuran elektroda. Dalam hal daerah lasan mempunyai kapasitas panas yang tinggi dengan sendirinya diperlukan arus listrik lasan yang besar. Untuk menghindari terbakarnya unsur unsur paduan pada pelat tipis sebaiknya digunakan arus yang kecil. (Howard B.C 1981).

Besar arus listrik yang masuk akan mempengaruhi besarnya panas yang masuk ke dalam logam. Formula las bahwa besar energi panas masukan ke dalam logam berbanding

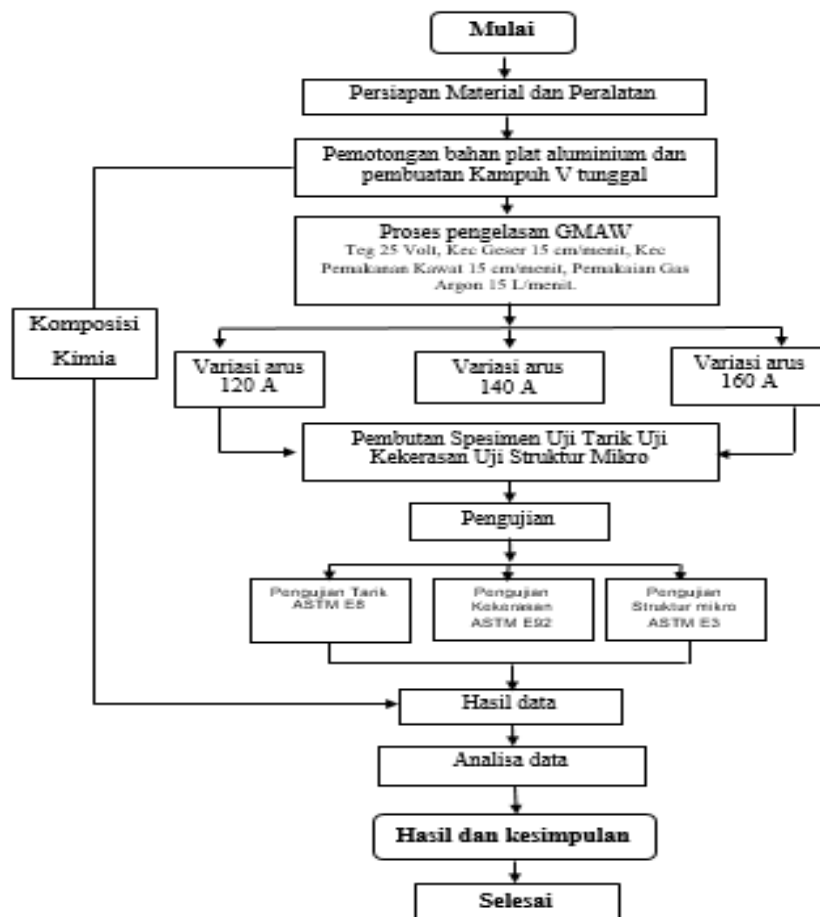
lurus dengan tegangan busur dan kuat arusnya (Cary, 1989). Dari hubungan formula tersebut dapat diketahui bahwa semakin besar arus maka semakin besar panas yang diberikan. Akan tetapi, besar energi panas yang masuk kedalam logam las tidak akan meningkatkan kualitas sambungan las karena juga dipengaruhi faktor-faktor lain seperti struktur mikro dan sifat mekanik bahan ketika mendapat proses perlakuan panas. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk meneliti kekuatan sambungan las pada aluminium

Meskipun beberapa penelitian telah dilakukan pada proses aluminium dengan teknik GMAW, tetapi sampai saat ini masih jarang sekali yang meneliti hubungan kuat arus pada material aluminium seri 6 dengan sambungan model kampuh V tunggal terhadap sifat mekanik bahan maupun sifat fisik.

2. METODE

2.1 Langkah Penelitian

Gambaran dari alur dalam melakukan proses penelitian terdapat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Urutan dari langkah atau alur penelitian yang dilaksanakan yaitu.

1. Mencari referensi landasan teori yang berhubungan dengan teknik pengelasan, aluminium, pengujian komposisi kimia, pengujian tarik, pengujian kekerasan, pengujian SEM melalui buku, jurnal, situs internet, dan contoh tugas akhir terdahulu.
2. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan pada saat penelitian.
3. Melakukan proses pengelasan dengan variasi arus 120 A, 140 A, 160 A.
4. Pengujian Kimia bertujuan untuk mengetahui unsur kimia yang terkandung dalam material yang akan digunakan.
5. Pemilihan standard sebagai acuan penelitian ini yang meliputi ukuran spesimen, proses penelitian dan proses pengujian.
6. Membuat kampuh V tunggal setelah itu, melakukan proses pengelasan dengan alat.
7. Setelah pengelasan, membuat spesimen untuk pengujian tarik, kekerasan, dan pengujian SEM, kemudian diuji dengan menggunakan alat uji yang tersedia. Hasil pengujian yang didapat, kemudian dapat dianalisa dan disimpulkan dari apa yang sudah didapatkan dalam melakukan penelitian.

2.2 Bahan, Alat, dan Instalasi

Bahan yang digunakan dalam mendukung proses penelitian terdiri dari aluminium 6063, etsa, air, amplas, dan autosol. Sedangkan alat yang digunakan adalah gergaji, gerindra, jangka sorong, dan kikir. Selain itu, instalasi alat yang digunakan dalam mendukung proses penelitian terdiri dari mesin las GMAW, alat uji tarik, alat uji kekerasan, alat uji SEM, dan alat uji unsur bahan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Tabel 1. Hasil Pengujian Unsur Bahan

Unsur	Sampel Uji		Unsur	Sampel Uji	
	189/22-S605 (%)	Standar Deviasi		189/22-S605 (%)	Standar Deviasi
Al	94,37	0,021	Sr	0,004	0,00007
Si	3,792	0,0005	Li	<0,300	0,0074
Mg	1,167	0,026	Ni	<0,0050	0
Zn	0,504	0,0002	Pb	<0,0050	0
Cu	0,057	0,0006	Sn	<0,0050	0
Cr	0,044	0,0014	Cd	<0,0050	0,0009
V	0,017	0,0017	Co	<0,0030	0,0008
Mn	0,014	0,0014	Zr	<0,0020	0,0004
Bi	0,0069	0,0043	Fe	<0,0010	0
Ti	0,004	0,0011			

Dengan melihat tabel dari hasil pengujian komposisi kimia, material yang digunakan termasuk Aluminium paduan dengan seri 6063. Karena presentase kandungan unsur yang mendominasi pada material Aluminium tersebut antara lain: Aluminium (Al), Silikon (Si), Magnesium (Mg).

3.2 Hasil Pengujian Tarik

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan, perbandingan dari hasil analisa dan pegujian tarik dapat dilihat pada tabel hasil dan nilai regangan tegangan yang diambil adalah nilai maksimal.

Tabel 1. Data Tegangan

Arus (Ampere)	Tegangan Max (Mpa)	Tegangan Rata-Rata (Mpa)
120	225	235
	230	
	250	
140	220	202
	195	
	190	
160	185	168
	174	
	144	
Raw Material	167	159
	164	
	147	

Tabel 2. Data Regangan

Arus (Ampere)	Regangan (%)	Regangan Rata-Rata (%)
120	0,029	0,029
	0,028	
	0,03	
140	0,035	0,031
	0,03	
	0,028	
160	0,032	0,032
	0,031	
	0,033	
Raw Material	0,036	0,038
	0,041	
	0,037	

Tabel 3. Data Modulus Elastisitas

Arus (Ampere)	Nilai Modulus (Mpa)	Modulus Rata-Rata (Mpa)
120	7759	8102
	8214	
	8333	
140	6285	6523
	6500	
	6785	
160	5781	5252
	5613	
	4363	
Raw Material	4588	4211
	4073	
	3973	

Data Hasil Pengujian Tarik tersebut kemudian dibuat histogram perbandingan regangan tegangan serta modulus elastisitas rata-rata. Dilihat dari tabel hasil uji tarik untuk nilai Raw Material Aluminium 6063 tersendiri mempunyai nilai tegangan rata-rata sebesar 159 Mpa, nilai regangan tarik sebesar 0,038 % dan nilai modulus rata-rata sebesar 4211 Mpa. Hasil dari pengelasan variasi arus 120 ampere mempunyai nilai tegangan tarik rata-rata 235 MPa, hasil nilai regangan tarik rata rata diperoleh 0,029 % dan nilai hasil modulus elastisitas 8102 Mpa. Hasil dari pengelasan variasi arus 140 ampere mempunyai nilai tegangan tarik rata-rata 202 MPa, hasil nilai regangan tarik rata-rata diperoleh 0,031 % dan nilai hasil modulus elastisitas 6523 Mpa. Dan Hasil dari pengelasan variasi arus 160 ampere mempunyai nilai tegangan tarik rata-rata 168 MPa, hasil nilai regangan tarik diperoleh 0,032 % dan nilai hasil modulus elastisitas 5252 Mpa. Nilai rata-rata dari modulus elastisitas besar, maka semakin kecil regangan yang terjadi, hal tersebut ditunjukkan pada arus 120 ampere nilai modulus elastisitasnya tertinggi sebesar 8102 Mpa. Serta menganalisa bentuk maupun jenis patahan yang terjadi sangat diperlukan.

3.3 Hasil Pengujian Kekerasan

Hasil pengukuran yang didapat dari pengujian kekerasan *vickers microhardness* pada setiap variasi kuat arus diperoleh nilai HVN dari masing-masing material dan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Kekerasan *Vickers Microhardness*

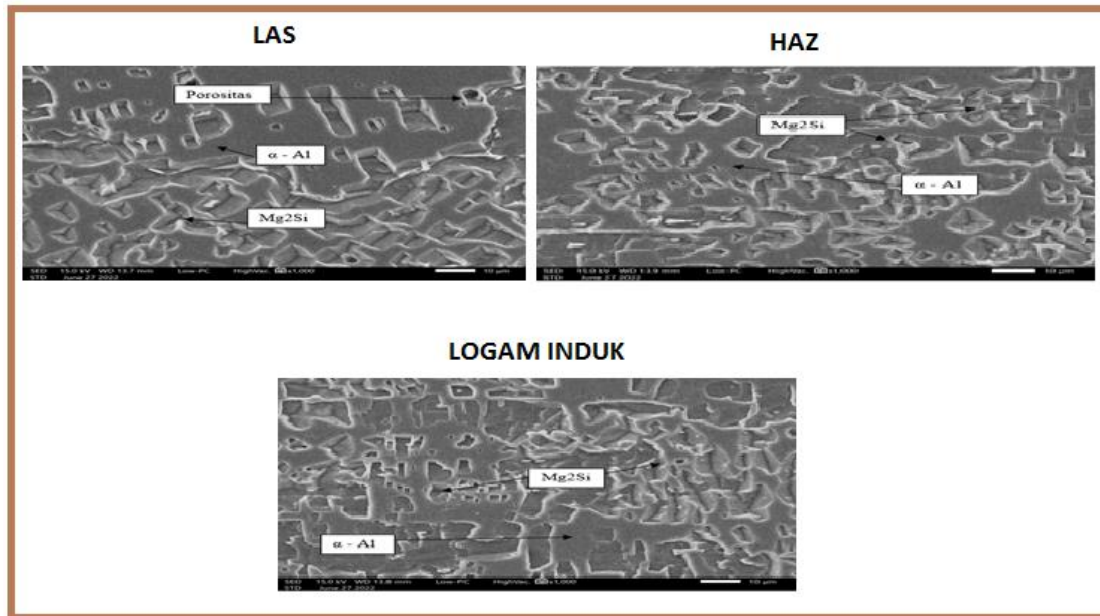
Arus (Ampere)	Daerah Pengujian	D1 (μm)	D2 (μm)	Nilai (HV)	Rata-rata (HV)
120	Las	54,38	54,18	62,9	63
		53,24	53,61	64,9	
		54,55	54,45	62,4	
	HAZ	56,24	55,07	59,8	60
		54,2	54,82	63,3	
		57,68	57,01	56,3	
	Logam induk	53,04	51,11	68,3	67
		52,15	50,97	69,7	
		55,01	54,1	62,3	
140	Las	56,41	54,63	60,3	60
		54,59	54,87	61,4	
		56,19	55,28	59,6	
	HAZ	57,69	57,69	55,7	54
		59,67	58,45	53,1	
		58,76	58,74	53,7	
	Logam induk	54,55	54,48	62,3	67
		51,99	50,45	70,6	
		53,49	52,55	67,1	
160	Las	56,54	56,14	58,4	57
		56,99	57,92	56,1	
		57,82	56,01	57,2	
	HAZ	62,97	61,74	47,6	50
		61,65	60,05	50	
		60,97	59,33	51,2	
	Logam induk	55,12	55,73	60,3	65
		52,65	52,2	67,4	
		53,63	52,51	65,8	
Raw Material	Logam Induk	53,4	52,06	66,76	66
		53,34	52,49	66,6	
		53,8	53,48	64,5	

Dari hasil nilai kekerasan diatas dapat diamati bahwa untuk nilai kekerasan pada logam induk cenderung sama dengan raw material. Seperti yang terlihat pada gambar nilai rata-rata pada daerah logam induk. Pada logam induk tidak terjadi perubahan kekerasan karena logam induk tidak terkena pengaruh panas saat pengelasan berlangsung, walaupun dari hasil pengujian terlihat harga kekerasan logam induk mengalami sedikit penurunan, tetapi penurunan tidak signifikan. Proses pengelasan alumunium menyebabkan terjadinya pengerasan endap (presipitasi) silicon pada daerah yang menerima input panas besar melampaui suhu kritis dari alumunium Al-Si yaitu pada daerah HAZ. Oleh karena itu semakin besar arus pengelasan maka nilai kekerasan pada HAZ semakin menurun. Nilai kekerasan tertinggi pada daerah HAZ adalah pada arus 120 ampere sebesar 60 HVN. Selain itu menurunnya nilai suatu kekerasan dipengaruhi besarnya gumpalan struktur magnesium-silicon serta porositas yang terjadi.

3.4 Hasil Pengujian SEM

3.4.1 Hasil Pengujian SEM 120 A

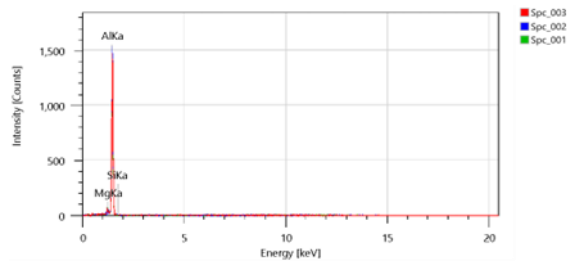
Hasil pengujian struktur mikro SEM 120 A dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil pengujian struktur mikro SEM 120 A

Dari gambar struktur mikro yang dihasilkan dari sambungan las aluminium 6063 menggunakan las GMAW dengan arus 120 ampere, perbesaran 1000x terlihat bahwa terjadi perubahan struktur mikro pada daerah las dimana kerapatan permukaan logam yang dihasilkan pada daerah las lebih renggang dibanding dengan daerah base metal dan HAZ, dengan adanya fasa yang muncul yakni α -Al, Mg₂Si yang cukup banyak nampak, serta nampak adanya cacat porositas tersebar, Mg₂Si presipitat yang terbentuk pada Aluminium akibat masukan panas yang terjadi. Presipitat ini berperan menghalangi pergerakan dislokasi (ketidak sempurnaan susunan) sehingga akan meningkatkan sifat mekaniknya. Porositas terjadi karena terperangkapnya gas dalam logam las pada saat proses pengelasan maupun proses saat pendinginan sehingga cacat tersebut dapat menurunkan kekuatan las.

Pada daerah HAZ (Heat Affectd Zone), terlihat jelas batas antara daerah base metal dengan daerah las memiliki bentuk permukaan yang berbeda. Fasa α -Al tersebar mendominasi dari bahan material tersebut. dan fasa Mg₂Si terlihat tersebar sangat jelas sehingga dapat mempengaruhi kekuatan pada daerah HAZ. Hal ini disebabkan karena masukan panas (heat input) yang dihasilkan cukup berpengaruh pada daerah tersebut. Pada daerah Base metal fasa α -Al terlihat lebih solid dan menyatu dibandingkan dengan daerah las dan HAZ, fasa Mg₂Si juga terlihat sangat jelas serta nampak persebaran lebih sedikit kadar fasanya dibanding pada daerah lasan maupun HAZ.



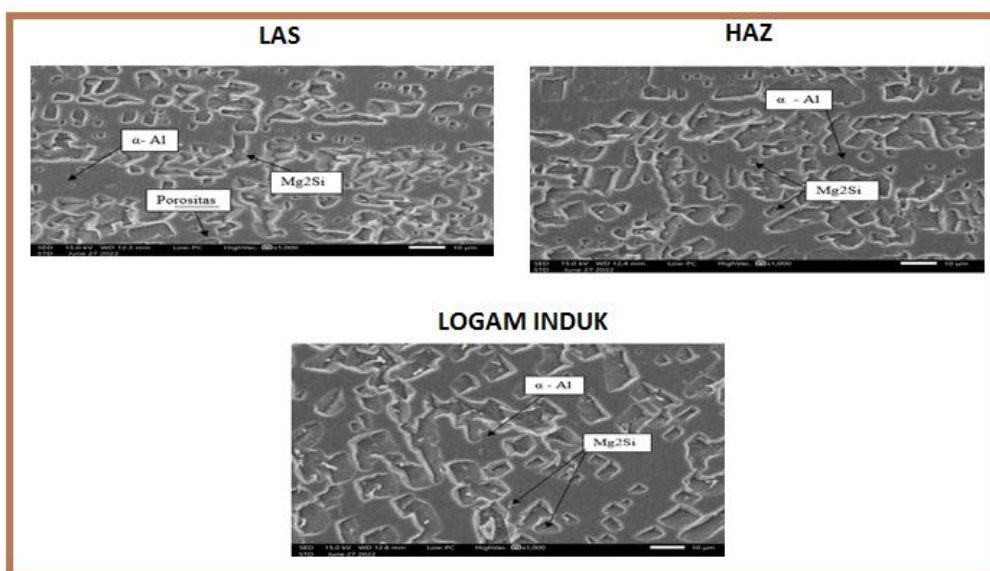
Gambar 3. Grafik hasil pengujian SEM-EDX 120 A

Tabel 6. Hasil pengujian SEM-EDX 120 A

Name	Mg	Al	Si	Total
Logam Induk	1.95	97.56	0.49	100.00
HAZ	2.21	97.38	0.41	100.00
Las	2.77	97.19	0.04	100.00
Average	2.31	97.38	0.31	
Standard Deviation	0.34	0.15	0.20	

Gambar 3 menunjukkan proses *line analysis* EDX diambil rata rata pada semua daerah spesimen las meliputi daerah las, HAZ, dan logam induk dengan tujuan untuk mengetahui presentase kandungan unsur pada permukaan daerah tersebut dengan hasil proses pengelasan dengan arus 120 Ampere. Terlihat rata-rata kandungan Al tinggi (97,38 % berat), adanya kandungan Mg rendah (2,31 % berat) dan kandungan Si (0,31 % berat), hal ini menyebabkan sifat dari Magnesium yang dapat meningkatkan kekerasan untuk meningkatkan sifat mekanis satu material yang cukup tinggi.

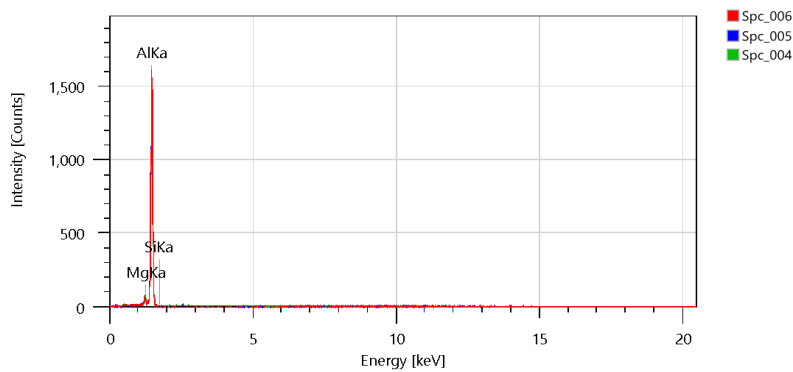
3.4.2 Hasil Pengujian SEM 140 A



Gambar 4. Hasil pengujian struktur mikro SEM 140 A

Dari gambar struktur mikro yang dihasilkan dari sambungan las aluminium 6063 menggunakan las GMAW dengan arus 140 ampere, perbesaran 1000x terlihat bahwa terjadi perubahan struktur mikro pada daerah las dimana kerapatan permukaan logam yang dihasilkan pada daerah las lebih renggang dibanding dengan daerah base metal serta nampak adanya fasa α -Al, Mg₂Si yang cukup banyak dan cacat porositas lebih tersebar, porositas terjadi karena terperangkapnya gas dalam logam las pada saat proses pengelasan maupun proses saat pendinginan sehingga cacat tersebut dapat menurunkan kekuatan las.

Pada daerah HAZ (Heat Afected Zone), terlihat jelas batas antara daerah base metal dengan daerah las memiliki bentuk permukaan yang berbeda . Fasa α -Al tersebar mendominasi dari bahan material tersebut. dan fasa Mg₂Si terlihat sedikit dari pada daerah las sehingga dapat mempengaruhi kekuatan pada daerah HAZ.



Gambar 5. Grafik hasil pengujian SEM-EDX 140 A

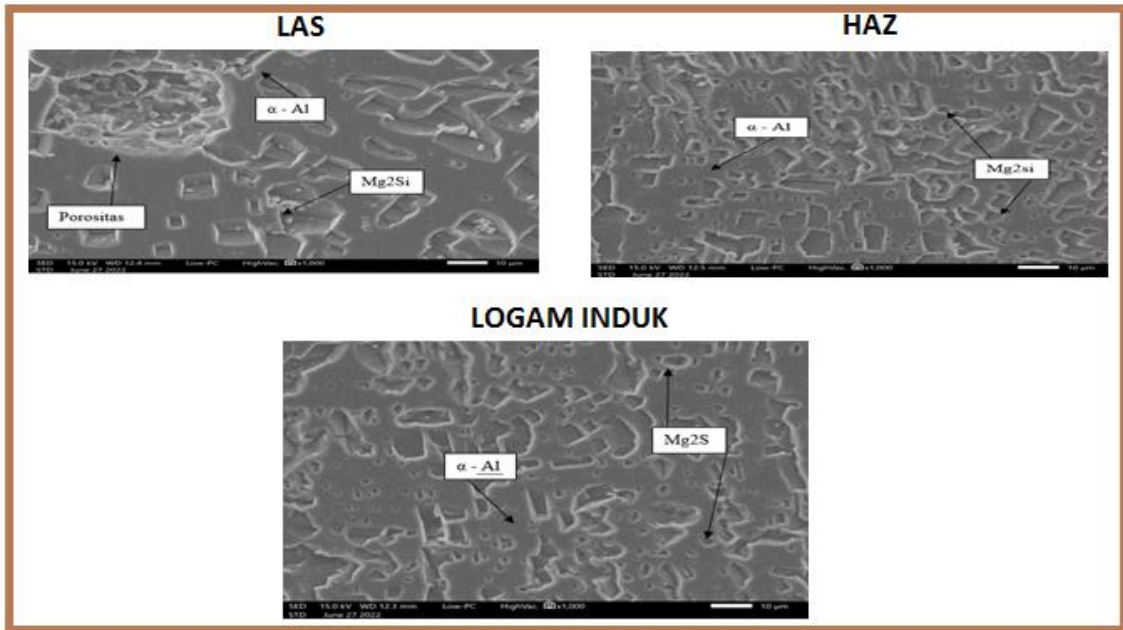
Tabel 7. Hasil pengujian SEM-EDX 140 A

Name	Mg	Al	Si	Total
Logam Induk	2.16	97.72	0.11	100.00
HAZ	1.98	97.81	0.21	100.00
Las	3.18	96.64	0.18	100.00
Average	2.44	97.39	0.17	
Standard Deviation	0.53	0.53	0.04	

Pada grafik diatas menunjukkan dimana proses line analysis EDX diambil rata rata pada semua daerah spesimen las meliputi : daerah las, HAZ, dan Logam Induk dedngan tujuan untuk mengetahui presentase kandungan unsur pada permukaan daerah tersebut dengan hasil proses pengelasan dengan arus 140 Ampere. Terlihat rata-rata kandungan Aluminium yang tinggi (97,39 % berat), adanya kandungan Magnesium rendah (2,44 % berat) dan kandungan Silicon (0,17 % berat).

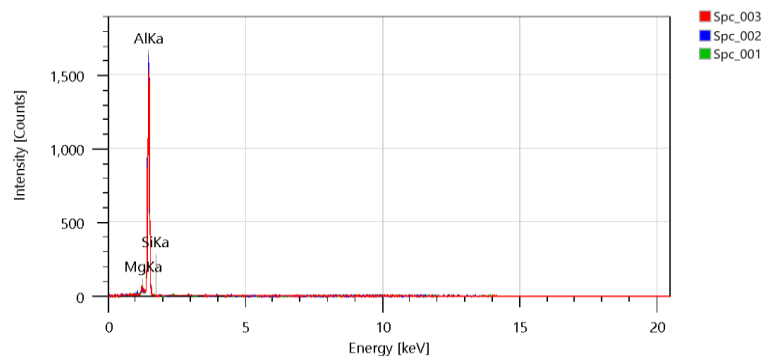
3.4.3 Hasil Pengujian SEM 160 A

Hasil pengujian struktur mikro SEM 160 A dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil pengujian struktur mikro SEM 160 A

Dari gambar struktur mikro yang dihasilkan dari sambungan las aluminium 6063 menggunakan las GMAW dengan arus 120 ampere, perbesaran 1000x terlihat bahwa terjadi perubahan struktur mikro pada daerah las dimana kerapatan permukaan logam yang dihasilkan pada daerah las lebih renggang dibanding dengan daerah base metal serta nampak fasa Mg_2Si yang cukup banyak dan adanya cacat porositas nampak jelas melebar. Pada daerah HAZ (Heat Affected Zone), terlihat jelas batas antara daerah base metal dengan daerah las memiliki bentuk permukaan yang berbeda. Pada daerah Base metal fasa $\alpha-Al$ terlihat lebih solid dan menyatu dengan unsur paduannya sehingga fasa Mg_2Si juga terlihat jelas serta nampak persebaran yang merata lebih sedikit kadar fasanya dibanding pada daerah lasan.



Gambar 7. Grafik hasil pengujian SEM 160 A

Tabel 8. Hasil pengujian SEM-EDX 160 A

Name	Mg	Al	Si	Total
Logam Induk	2.02	97.69	0.29	100.00
HAZ	1.63	97.99	0.38	100.00
Las	3.34	96.13	0.53	100.00
Average	2.33	97.27	0.40	
Standard Deviation	0.73	0.81	0.10	

Pada grafik diatas menunjukkan dimana proses line analysis EDX diambil rata rata pada semua daerah spesimen las meliputi : daerah las, HAZ, dan Logam Induk dedngan tujuan untuk mengetahui presentase kandungan unsur pada permukaan daerah tersebut dengan hasil proses pengelasan dengan arus 160 Ampere. Terlihat rata-rata kandungan Alumunium yang tinggi (97,27 % berat), adanya kandungan Magnesium rendah (2,33 % berat) dan kandungan Silicon (0,40) % berat).

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa pengujian serta data yang diperoleh dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan didapatkan komposisi kimia alumunium adalah AL (94,37), Si (3,792), Mg (1,167), Fe (<0,0010), Cu (0,057), Mn (0,014), Cr (0,044), Ni (<0,0050), Zn (0,504), Sn (<0,0050), Ti (0,0040). Maka dapat disimpulkan bahwa jenis alumunium yang digunakan adalah paduan Al-Si.
2. Berdasarkan hasil yang didapat dari pengujian tarik, variasi kuat arus listrik mempunyai pengaruh yang nyata terhadap kekuatan tarik sambungan kampuh v tunggal alumunium Al-Si dengan proses las GMAW/MIG dengan variasi kuat arus 120 ampere, 140 ampere, dan 160 ampere menghasilkan kekuatan tarik yang berbeda, yaitu dengan arus 120 ampere kekuatan tarik tertinggi sebesar 235 Mpa, nilai regangan rata-rata pada arus 120 ampere dengan nilai 0.029 %. Hasil nilai dari modulus elastisitas besar, maka semakin kecil regangan elastisitas yang terjadi atau semakin kaku.
3. Berdasarkan hasil yang didapat dari pengujian kekerasan dengan variasi arus pada logam induk tidak terpengaruh. Sedangkan HAZ, semakin tinggi arus yang digunakan maka nilai kekerasannya cenderung mengalami penurunan, kekerasan tertinggi pada daerah HAZ adalah pada arus 120 Ampere sebesar 59,8 HVN, dan pada logam las

didapat nilai tertinggi 63,4 HVN. Penentuan arus yang tepat sangat berpengaruh pada jenis kekuatan material yang akan dilas dengan panas yang optimal dan cukup. Panas yang berlebihan akan berpengaruh pada batas las yaitu daerah HAZ akan mengalami penurunan akibat aliran panas yang tinggi yang akan mempengaruhi strukturnya.

4. Berdasarkan hasil yang didapat dari pengujian SEM proses pengelasan akan mempengaruhi terbentuknya struktur mikro pada variasi arus 120 A, jumlah butiran MgSi pada daerah lasan lebih besar dan merata di banding 140 A dan 160 A kadar MgSi lebih besar tetapi tidak merata serta terdapat porositas yang cukup melebar. Semakin besar arus yang digunakan maka semakin besar pula ukuran dendrit butiran struktur mikro tersebut serta besar kemungkinan cacat terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Howard, Cary, B. (1989), *Modern Welding Technologi*, second edition, Prentice Hall International, Inc. Engewood. New Jersey.
- Aji, Lastono (2015), *Pengaruh Variasi Arus terhadap Struktur Mikro, Kekerasan dan Kekuatan Sambungan pada Proses Pengelasan Alumunium dengan Metode MIG*, Tesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- ASTM International, (1997), “*ASTM Metals Handbook Volume 02 - Properties And Selection Nonferrous Alloys And Special Purpose*”.
- ASTM International, (2000), “*ASTM Metals Handbook Volume 17 – Nondestructive Evaluation And Quality Control*”.
- Trethewey, K.R., Chamberlain, J., 1991, *Korosi untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa*, Jakarta, Gramedia Pustaka Utama.
- Rahmatika, Amelia, Setiani Ibrahim, Megarini Hersaputri, and Ely Aprilia. 2019. *Studi Pengaruh Variasi Kuat Arus Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan GTAW Alumunium 1050 Dengan Filler ER 4043*. *Journal of POLIMESIN* 17(1): 47–54.
- Wirjosumarto, Harsono, Toshie Okumura. 1996. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- SURDIA. 2005. *Pengetahuan Bahan Teknik*. ke-6. Jakarta
- Budinski, G.K. (1999), *Engineering Materials Properties Selection Fourth Edition*. Prentice Hall. New Jersey.13
- Anis.M, 2009. *Studi Pengaruh Besar Arus Las terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Pengelasan Pipa Baja Martensitik 410 dengan Proses Kombinasi TIG dan SMAW*. Laporan Penelitian, Perpustakaan Universitas Indonesia.