

ANALISA VARIASI JENIS KAMPUH PADA PENGELASAN GMAW DENGAN TIPE SAMBUNGAN *BUTT JOINT* ALUMINIUM 6063 TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

Yazid Qohar; Bibit Sugito

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Alumunium paduan adalah salah satu jenis logam yang banyak digunakan dalam industri perkapalan khususnya sebagai material konstruksi pada kapal. Penentuan parameter las sangat penting dalam proses pengelasan. Kuat arus las serta pengaruh bentuk kampuh merupakan salah satu parameter proses pengelasan yang akan mempengaruhi sifat mekanik hasil las. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh terhadap sifat mekaniknya jika kampuh yang digunakan pada pengelasan divariasikan dengan kampuh V X dan U. Material yang digunakan adalah Alumunium Seri 6063 ketebalan 5 mm dengan volume kampuh V tunggal 60° 300 mm³, volume kampuh X 80° 300 mm³ dan kampuh U r: 2,53 mm volume 302,1 mm³. 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 kampuh V dengan nilai tegangan 216 Mpa, regangan 0.066, nilai modulus elastisitas 3279 Mpa. Kekuatan tarik terendah terjadi pada kampuh U nilai tegangan 149 Mpa, regangan 0,033, nilai modulus elastisitas 4465 Mpa. Hasil pengujian SEM- EDX sangat dipengaruhi variasi kampuh yang digunakan serta masukan panas sehingga terjadi perbedaan kandungan senyawa didalamnya dalam setiap kampuh yang diberikan, hal ini menunjukkan bahwa nilai kekerasan pada daerah lasan selalu lebih besar dibandingkan nilai kekerasan di daerah HAZ dan logam induk untuk setiap variasi kampuh. Pada kampuh V pengujian kekerasan didapatkan nilai tertinggi sebesar 90,7 HVN, Kekerasan terendah pada kampuh U dengan nilai sebesar 65,6 HVN.

Kata Kunci: GMAW, AL-Si, Kampuh , Uji Tarik, Kekerasan, SEM

Abstract

Aluminum alloy is a type of metal that is widely used in the shipping industry, especially as a construction material for ships. Determination of weld parameters is very important in the welding process. The strength of the welding current and the influence of the shape of the seam is one of the parameters of the welding process which will affect the mechanical properties of the weld. This research was conducted to find out how much influence it has on the mechanical properties if the seam used for welding is varied with seams V X and U. The material used is Aluminum Series 6063 with a thickness of 5 mm with a single V seam volume of 60° 300 mm³, seam volume X 80° 300 mm³ and seam U r: 2.53 mm volume 302.1 mm³. The welding method applied in this study was GMAW welding with ER 5356 filler diameter of 1 mm as the filler metal. By carrying out tensile, hardness, microstructure and elemental tests of the material, the highest tensile strength was achieved at seam V with a stress value of 216 MPa, a strain of 0.066, a modulus of elasticity of 3279 MPa. The lowest tensile strength occurs in the U seam with a stress value of 149 Mpa, a strain of 0.033, a modulus of elasticity of 4465 Mpa. The results of the SEM-EDX test are greatly influenced by the variation in the seam used and the heat input so that there are differences in the compound content in each given seam, this shows that the hardness value in the weld area is always greater than the hardness value in the HAZ area and the parent metal for each variation. hem. In camp V the hardness test obtained the highest value of 90.7 HVN, the lowest hardness was in camp U with a value of 65.6 HVN.

Keywords: GMAW, AL-Si, Camph, Tensile Test, Hardness, SEM

1. PENDAHULUAN

Salah satu proses yang membutuhkan perhatian khusus pada suatu produksi khususnya dalam bidang konstruksi mesin, perkapalan, jembatan, rangka baja, pipa saluran, kendaraan, rel adalah proses penyambungan. Teknik penyambungan dengan pengelasan adalah teknik yang paling umum digunakan dalam pekerjaan keteknikan. Pengelasan merupakan proses penyambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dengan cara mencairkannya melalui pemanasan (Widharto, 2006:1). Disamping untuk proses produksi, proses pengelasan dapat juga dipergunakan untuk proses reparasi misalnya untuk mengisi lubang-lubang pada coran, membuat lapisan keras pada perkakas, mempertebal bagian-bagian yang sudah aus dan macam-macam reparasi lainnya. Oleh karena itu, rancangan pengelasan dan cara pengelasan harus betul-betul memperhatikan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi serta keadaan sekitarnya (Magga, 2009: 54).

Gas Metal Arc Welding (GMAW) 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 kekal (inert) atau CO₂. Proses pengelasan dengan las GMAW memiliki beberapa keuntungan, diantaranya- nya efisiensi yang tinggi, tidak menghasilkan slug atau terak, dan hasil lasan memiliki ketangguhan dan elastisitas yang baik. Hasil atau kualitas pengelasan GMAW dipengaruhi berbagai faktor, yaitu tegangan busur, arus listrik, kecepatan pengelasan, aliran gas, sudut alat pembakar, jarak antara lubang gas dan logam induk, kemiringan pengelasan, dan gerakan elektroda (Wiryosumarto dan Okumura, 2000 : 237).

Fungsi utama debit aliran gas pelindung adalah mengusir udara di lingkungan busur dan kolam las agar tidak bersinggungan dengan cairan metal untuk mencegah terjadinya proses oksidasi metal tersebut dalam udara (Widharto, 2006:162). Setelah menetapkan jenis gas pelindung yang akan digunakan, maka perlu dilakukan penentuan besar aliran gas pelindung yang dibutuhkan. Besar kecilnya debit aliran gas pelindung ditentukan oleh beberapa parameter, diantaranya yaitu kuat arus, jenis gas pelindung yang digunakan, tebal benda kerja yang akan dilas, dan lain-lain. Busur dalam las GMAW konsentrasinya tinggi maka jelas bahwa penetrasinya sangat dalam di tempat busur dan segera mendangkal pada sekitarnya.

Hasil penyambungan logam melalui pengelasan hendaknya menghasilkan sambungan yang berkualitas dari segi kekuatan dan lapisan las dari bahan atau logam yang dilas. Untuk menghasilkan sambungan las yang berkualitas hendaknya kedua ujung bidang atau bagian logam yang akan dilas perlu diberikan suatu bentuk kampuh las tertentu. Pengerjaan kampuh las terdiri dari 4 jenis yaitu sambungan kampuh sisi, sambungan berhimpit, sambungan sudut dan sambungan T. Sambungan atau kampuh menumpu adalah sambungan las yang dilakukan dengan jalan mengelas bagian tepi atau ujung dari logam yang akan dilas. Adapun sambungan atau kampuh

menumpu terdiri dari sambungan V, X dan U. Filler dan arus listrik sangat berpengaruh terhadap terhadap sifat fisik mekanik sambungan las GMAW. Pada pengelasan sambungan logam tak sejenis antara baja karbon dan material J4 semakin tinggi arus listrik yang digunakan, maka semakin tinggi pula kekuatan tarik hasil lasan yang terbentuk (Sudargo, 2011). Demikian pula ditunjukkan bahwa peningkatan arus listrik pengelasan dapat meningkatkan persentase perpanjangan pada uji tarik pada pengelasan baja tahan karat austenitik (Nnuka dan Okonji, 2015).

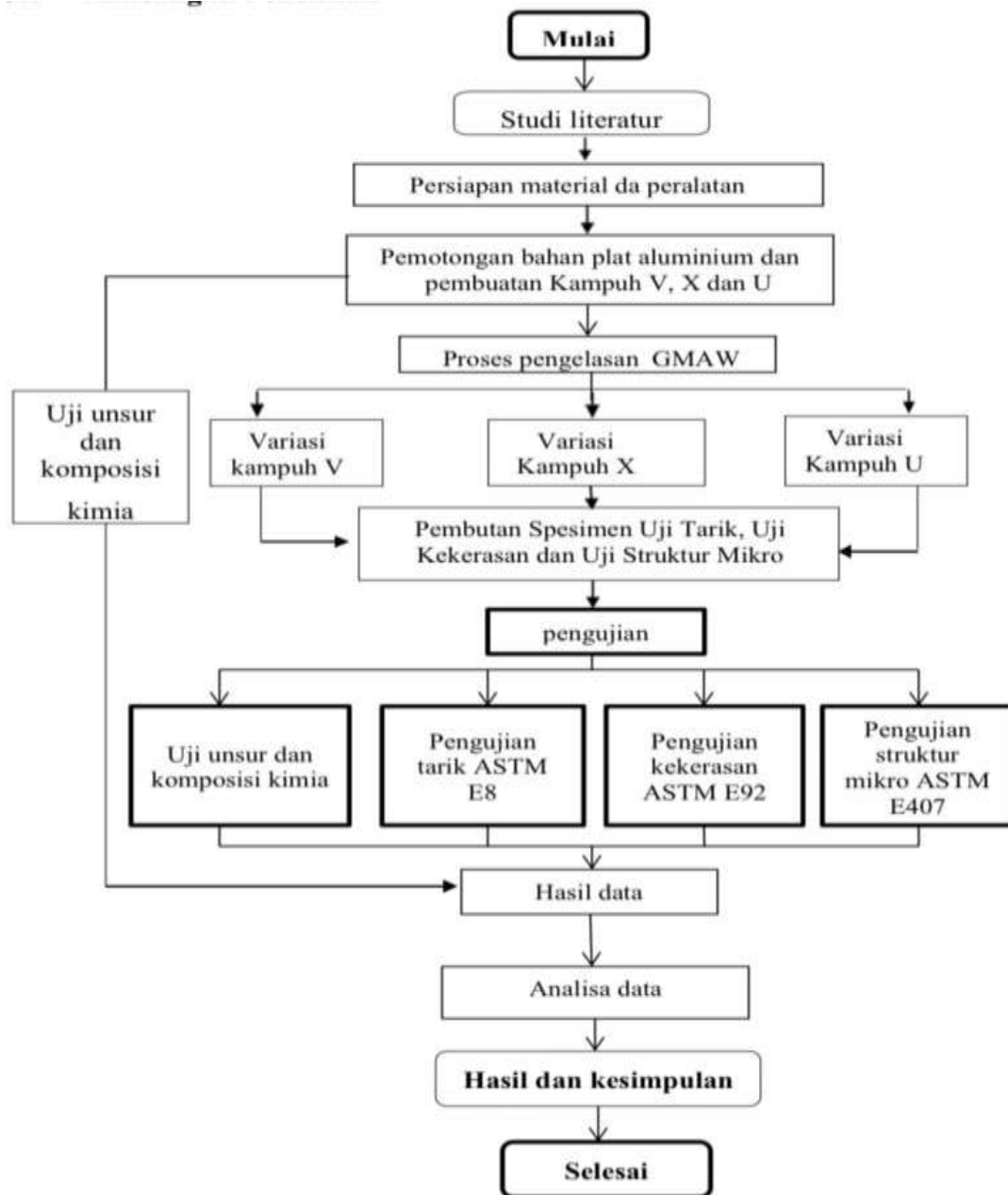
Pemilihan jenis kampuh ini menjadi semakin penting ketika digunakan pada pengelasan alumunium, karena alumunium mempunyai sifat yang relatif kurang baik ketika dilas jika dibandingkan dengan pengelasan baja, tetapi alumunium memiliki sifat-sifat yang menguntungkan seperti tahan korosi, konduktor panas dan listrik yang cukup baik serta mempunyai massa yang ringan. Namun sifat mampu las alumunium 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 inertgas).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk meneliti kekuatan sambungan las pada alumunium. Meskipun beberapa penelitian telah dilakukan pada proses alumunium dengan teknik GMAW, tetapi sampai saat ini masih jarang sekali yang meneliti variasi jenis kampuh pada material alumunium seri 6063 dengan sambungan *butt joint* terhadap sifat mekanik bahan maupun sifat fisik.

2. METODE

2.1 Langkah Penelitian

Langkah-Langkah Penelitian yang dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan dimulai dari pencarian referensi mengenai landasan teori yang berhubungan dengan teknik pengelasan, aluminium, pengujian komposisi kimia, pengujian tarik, pengujian kekerasan, pengujian SEM melalui buku, jurnal, situs internet, dan juga contoh tugas akhir dan tesis terdahulu. Dilanjutkan dengan persiapan alat dan bahan kemudian melakukan proses pengelasan dengan variasi kampuh V 60°, kampuh X 80° dan kampuh U r:2,53mm. Pengujian Kimia bertujuan untuk mengetahui unsur kimia yang terkandung dalam material yang akan digunakan. Pemilihan standard sebagai acuan dalam penelitian ini yang meliputi ukuran spesimen, proses penelitian dan proses pengujian. Melakukan proses pengelasan dengan dengan alat yang ada. 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. Diagram alur penelitian terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

2.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah alumunium 6063, air, etsa, amplas, dan autosol. Sedangkan alat yang digunakan dalam mendukung penelitian adalah gergaji, gerindra, jangka sorong, dan kikir. Instalasi alat 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

Hasil pengujian komposisi kimia unsur AL 6063 dan Filler ER 5356 terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Unsur Kimia AL 6063

Unsur Uji	Sampel Uji	
	189/22-S605 (%)	Standar Deviasi
Al	94,37	0,021
Si	3,792	0,0005
Mg	1,167	0,026
Zn	0,504	0,0002
Cu	0,057	0,0006
Cr	0,044	0,0014
V	0,017	0,0017
Mn	0,014	0,0014
Bi	0,0069	0,0043
Ti	0,004	0,0011
Sr	0,004	0,00007
Li	<0,3	0,0074
Ni	<0,005	0
Pb	<0,006	0
Sn	<0,007	0
Cd	<0,008	0,0009
Co	<0,003	0,0008
Zr	<0,002	0,0004
Fe	<0,001	0

Tabel 2. Hasil Pengujian Filler ER 5356

Element (%)	Alloy
	5356
Mg	4,5 - 5,5
Ti	0,06 - 0,2
Mn	0,05 - 0,2
Cr	0,05 - 0,2
Fe	0,4 (Max)
Si	0,25 (Max)
Cu	0,1 (Max)
Zn	0,1 (Max)
*Be	0,0016 (Typ.)
Others	0,05 (Max.) each
	0,15 (Max.) total
Remainder	Alumunium

Berdasarkan tabel 1 dan 2, 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 3 dan 4 hasil dan nilai regangan tegangan yang diambil adalah nilai maksimal.

Tabel 3. Data Tegangan

Arus (Ampere)	Tebal (a)	Luas (m ²)	Gaya Max (Fmax)	Tegangan Max (Mpa)
V	5	11	11,45	210
	5	11	11,94	215
	5	11	12,45	225
X	5	11	11,01	200
	5	11	11,85	215
	5	11	12,69	230
U	5	11	7,45	135
	5	11	7,68	140
	5	11	9,52	173
Raw Material	5	11	10,46	167
	5	11	10,26	164
	5	11	9,19	147

Tabel 4. Data Tegangan

Kampuh	Regangan (%)	Regangan Rata-Rata (%)
V	0,062	0,066
	0,068	
	0,068	
X	0,056	0,052
	0,046	
	0,056	
U	0,034	0,033
	0,03	
	0,036	
Raw Material	0,036	0,038
	0,041	
	0,037	

Tabel 5. Data Modulus Elastisitas

Kampuh	Nilai Modulus (Mpa)	Modulus Rata-Rata (Mpa)
V	3387	3279
	3161	
	3289	
X	3571	4117
	4673	
	4107	
U	3924	4465
	4666	
	4805	
Raw Material	4588	4211

Data Hasil Pengujian Tarik tersebut kemudian dibuat histogram perbandingan regangan tegangan serta modulus elastisitas rata-rata. Berdasarkan 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 kampuh V mempunyai nilai tegangan tarik rata-rata 216 MPa, hasil nilai regangan tarik rata rata diperoleh 0,066% dan nilai hasil modulus elastisitas 3279Mpa. Hasil dari pengelasan variasi kampuh X mempunyai nilai tegangan tarik rata-rata 215 MPa, hasil nilai regangan tarik rata-rata diperoleh 0,052 % dan nilai hasil modulus elastisitas 4117 Mpa. Dan Hasil dari pengelasan variasi kampuh U mempunyai nilai tegangan tarik rata-rata 149 MPa, hasil nilai regangan taril diperoleh 0,033 % dan nilai hasil modulus elastisitas 4465 Mpa. Nilai rata-rata dari modulus elastisitas besar, maka semakin kecil regangan yang terjadi, hal tersebut ditunjukkan pada kampuh U nilai modulus elastisitasnya tertinggi sebesar 4465 Mpa. Serta menganalisa bentuk maupun jenis patahan yang terjadi sangat diperlukan.

3.3 Hasil Pengujian Kekerasan

Tabel 6. Hasil Uji Kekerasan *Vickers Microhardness*

Kampuh	Daerah Pengujian	D1 (Mm)	D2 (Mm)	Nilai (HV)	Rata (HV)
V	Las	44,56	45,85	90,7	9,7
		46,29	45,05	88,9	
		45,43	44,01	92,7	
	HAZ	52,2	49,14	72,2	73,7
		49,07	50,47	74,8	

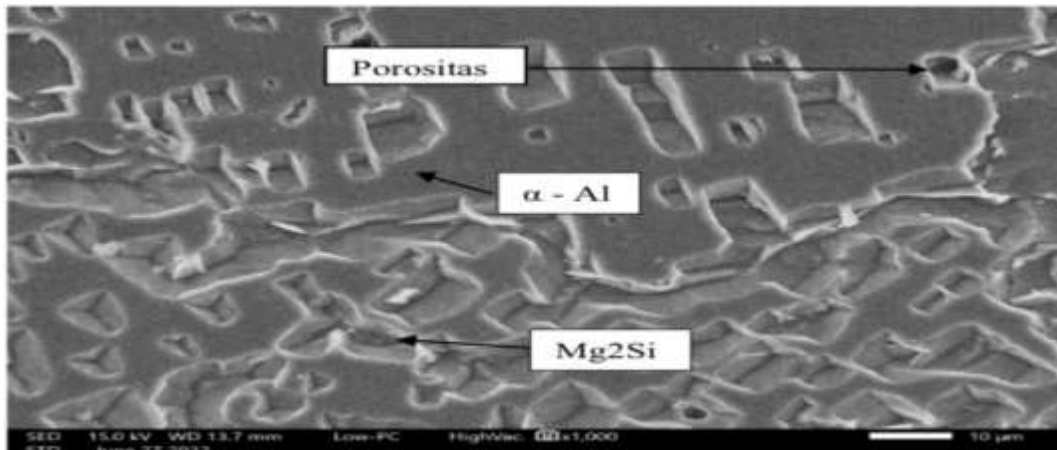
Kampuh	Daerah Pengujian	D1 (Mm)	D2 (Mm)	Nilai (HV)	Rata (HV)
X	Logam Induk	49,48	50,46	74,2	70,9
		51,03	50,26	72,2	
		50,55	52,73	69,5	
		49,12	52,88	71,2	
	Las	47,45	48,86	79,9	76,3
		49,02	50,12	75,4	
		48,75	51,52	73,7	
	HAZ	53,87	52,93	65	64
		52,41	54,43	64,9	
		54,88	54,31	62,2	
	Logam Induk	49,67	51,55	72,3	76,8
		48,74	49,72	76,5	
		49,47	49,43	75,8	
U	Las	52,63	54,62	64,4	65,6
		52,15	52,62	67,5	
		52,05	54,7	65,1	
	HAZ	50,27	55,26	66,6	62,9
		52,32	59,32	59,5	
		54,67	54,12	62,6	
	Logam Induk	49,43	51,51	72,8	75,3
		49,85	49,91	74,5	
		48,54	48,46	78,8	
Raw Material	Logam Induk	53,4	52,06	66,76	66
		53,34	52,49	66,6	
		53,8	53,48	64,5	

Berdasarkan 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 dan logam las. Nilai kekerasan tertinggi pada daerah HAZ adalah pada kampuh V sebesar 76,3 HV. Selain itu menurunnya nilai suatu kekerasan dipengaruhi besarnya gumpalan struktur magnesium-silicon serta porositas yang terjadi. Maka dapat kita simpulkan nilai untuk logam induk dengan variasi kampuh tidak berpengaruh, sedangkan pada daerah HAZ kampuh U mengalami penurunan. Nilai kekerasan tertinggi sebesar 76,3 HV pada kampuh V, nilai kekerasan

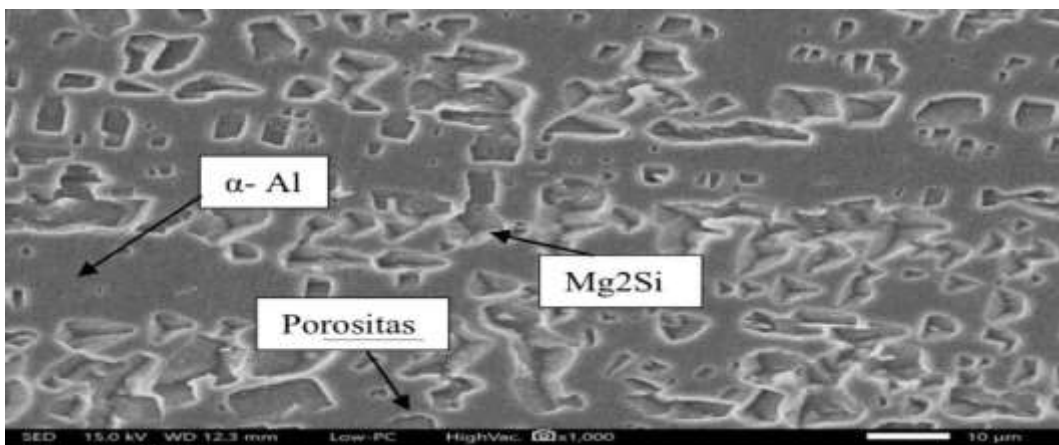
terendah sebesar 65,6 HV pada kampuh U. Penentuan Kampuh yang tepat sangat berpengaruh pada jenis kekuatan material yang akan dilas sehingga terjadi masukan panas yang optimal dan cukup.

3.4 Hasil Pengujian SEM

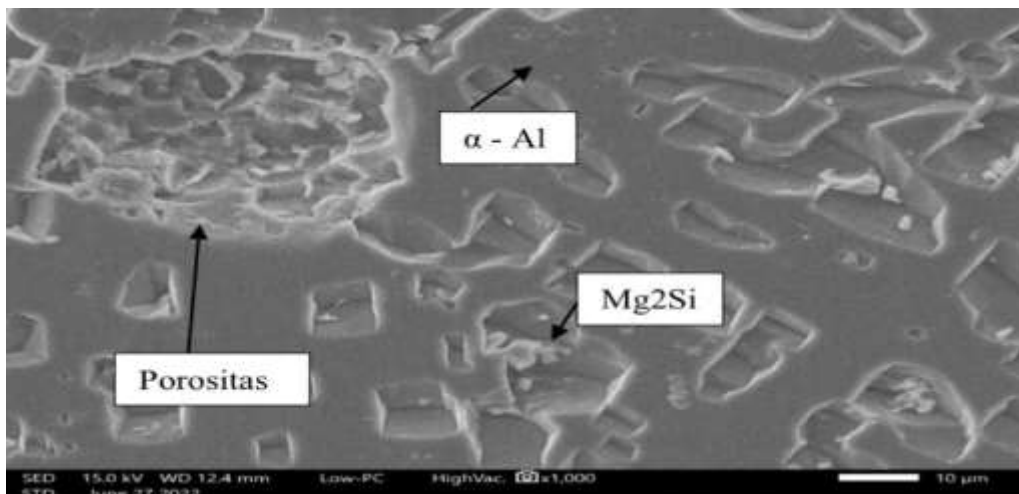
Hasil pengujian struktur mikro SEM terdapat pada gambar 2, 3, dan 4.



Gambar 2. Foto SEM Daerah Las Kampuh V



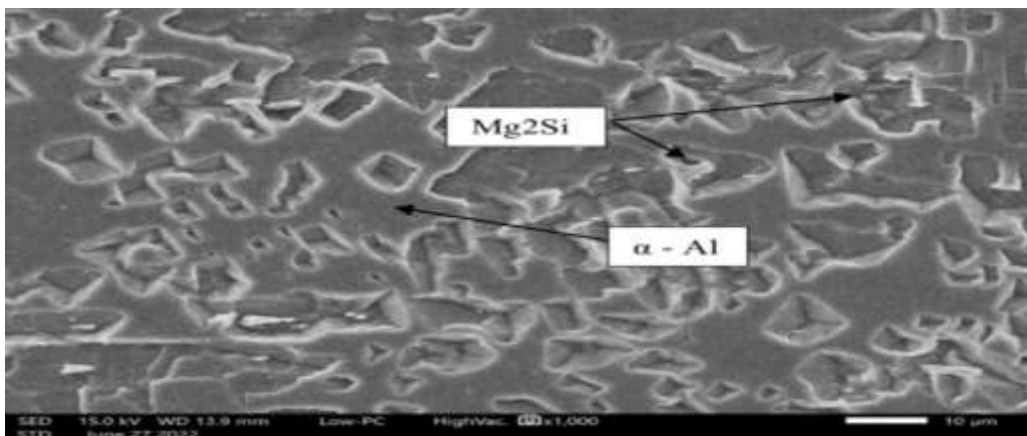
Gambar 3. Foto SEM Daerah Las Kampuh X



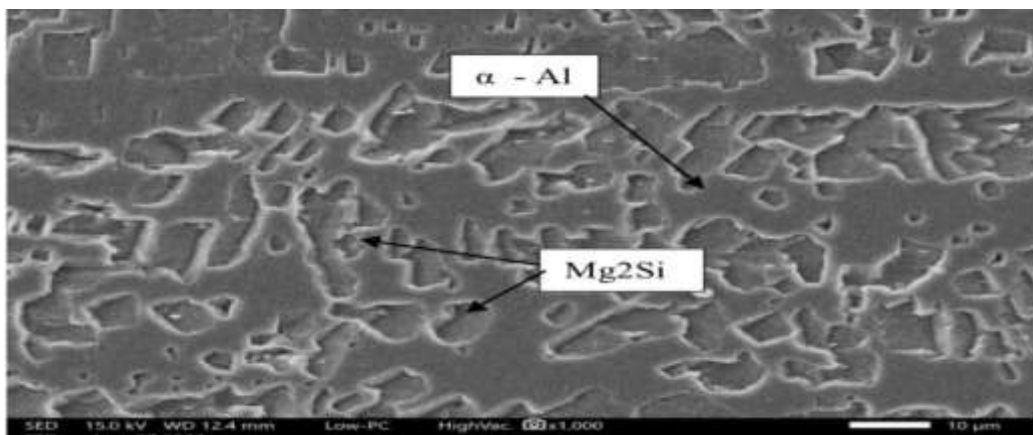
Gambar 4. Foto SEM Daerah Las Kampuh U

Berdasarkan gambar 2, 3, dan 4, struktur mikro yang dihasilkan dari sambungan las alumunium 6063 menggunakan las GMAW dengan Kampuh V,X dan U , perbesaran 1000x terlihat

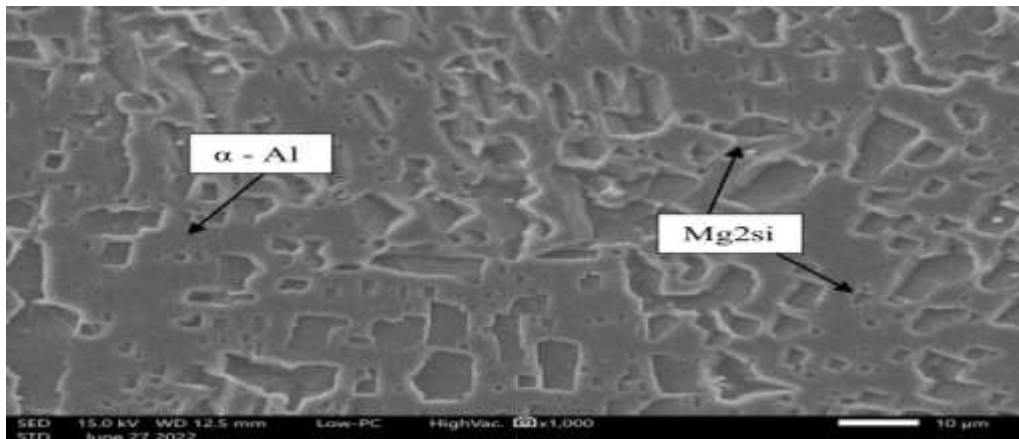
bahwa terjadi perubahan struktur mikro pada daerah las dimana kerapatan permukaan logam yang dihasilkan pada daerah las pada setiap kampuh berbeda pada kampuh V fasa yang muncul yakni α -Al (FCC), Mg_2Si yang cukup banyak nampak, serta nampak adanya cacat porositas tersebar. Pada kampuh X terjadi perubahan 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, Mg_2Si yang cukup banyak dan cacat porositas lebih tersebar dan pada kampuh U 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, porositas terjadi karena terperangkapnya gas dalam logam las pada saat proses pengelasan dengan masukan panas yang tinggi maupun proses saat pendinginan sehingga cacat tersebut berpengaruh besar menurunkan kekuatan las.



Gambar 5. Foto SEM daerah HAZ kampuh V

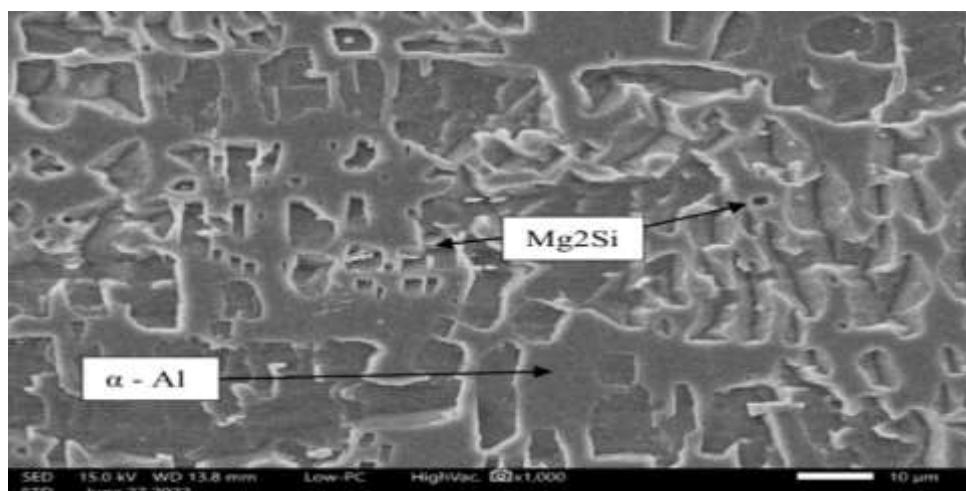


Gambar 6. Foto SEM daerah HAZ kampuh X



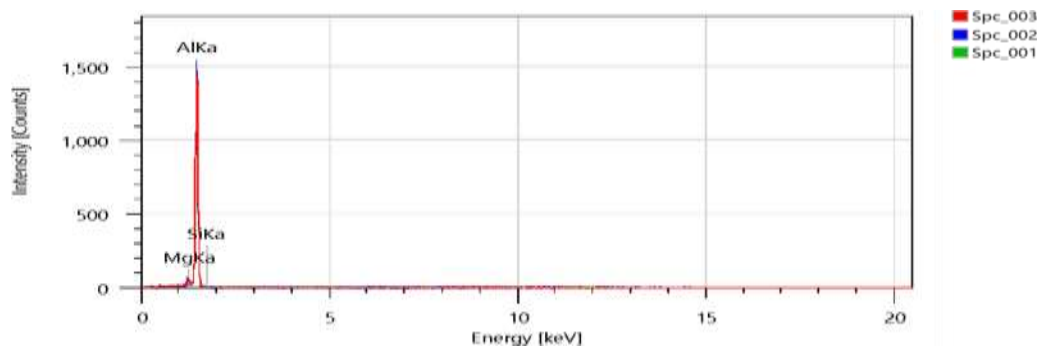
Gambar 7. Foto SEM daerah HAZ kampuh U

Pada daerah HAZ (*Heat Affectd Zone*) kampuh V, 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 Mg_2Si 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 HAZ kampuh X 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 Mg_2Si terlihat sedikit dari pada daerah las sehingga dapat mempengaruhi kekuatan pada daerah HAZ kemudian pada daerah HAZ kampuh U 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 Mg_2Si terlihat tersebar lebih sedikit dibanding dengan daerah las sehingga dapat mempengaruhi kekuatan pada daerah HAZ. Hal ini disebabkan karena masukan panas (*heat input*) yang dihasilkan cukup berpengaruh pada daerah tersebut.



Gambar 8. Foto SEM Logam Induk

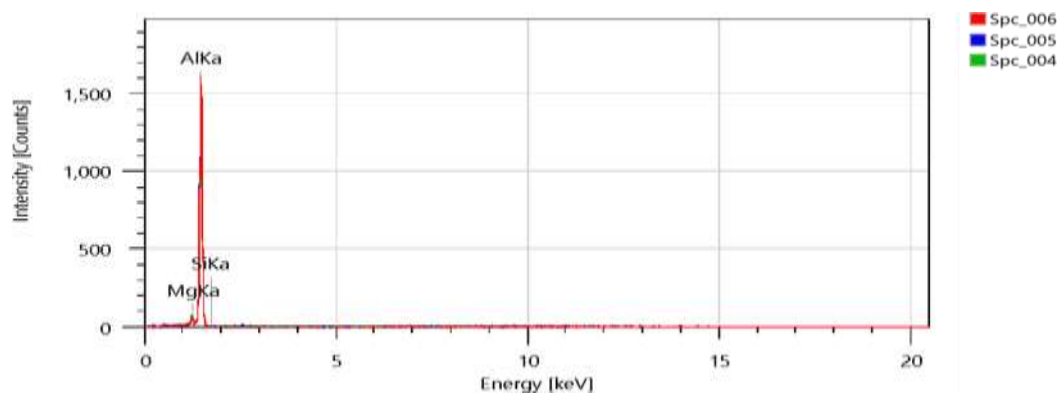
Pada daerah *base* metal fasa α -Al terlihat lebih solid dan menyatu dibandingkan dengan daerah las dan HAZ, fasa Mg_2Si juga terlihat sangat jelas serta nampak persebaran lebih sedikit kadar fasanya dibanding pada daerah lasan maupun HAZ.



Gambar 9. Grafik Pengujain SEM-EDX Daerah Las

Tabel 7. Hasil Pengujian SEM-EDX Daerah Las

Name	Mg	Al	Si	Total
Spc_003	1,95	97,56	0,49	100
Spc_002	2,21	97,38	0,41	100
Spc_001	2,77	97,19	0,04	100
Average	2,31	97,38	0,31	
Standard Deviation	0,34	0,15	0,2	

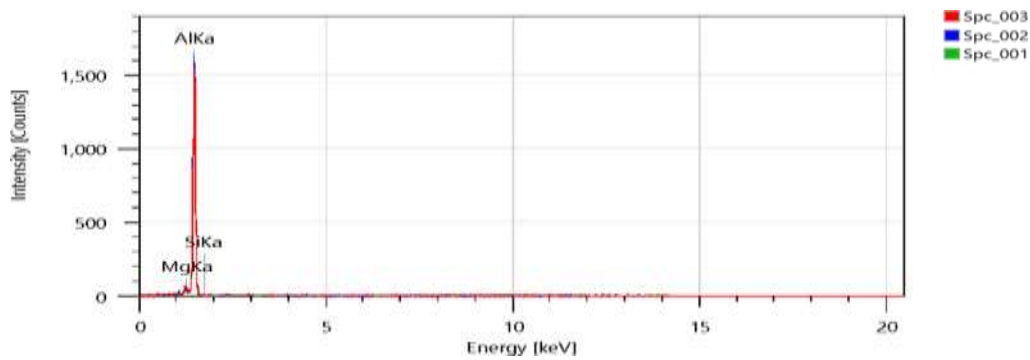


Gambar 10. Grafik Pengujain SEM-EDX HAZ

Tabel 8. Hasil Pengujian SEM-EDX HAZ

Name	Mg	Al	Si	Total
Spc_006	2,16	97,72	0,11	100
Spc_005	1,98	97,81	0,21	100
Spc_004	3,18	96,64	0,18	100
Average	2,44	97,39	0,17	
Standard Deviation	0,53	0,53	0,04	

Pada grafik diatas menunjukkan dimana proses *line analisis* EDX diambil rata rata pada semua bentuk kampuh 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 kampuh V.



Gambar 11. Grafik Pengujian SEM-EDX Logam Induk

Tabel 9. Hasil Pengujian SEM-EDX Logam Induk

Name	Mg	Al	Si	Total
Spc_003	2,02	97,69	0,29	100
Spc_002	1,63	97,99	0,38	100
Spc_001	3,34	96,13	0,53	100
Average	2,33	97,27	0,4	
Standard Deviation	0,73	0,81	0,1	

Terlihat rata-rata kandungan Aluminium yang tinggi (97,38 % berat), adanya kandungan Magnesium rendah (2,31 % berat) dan kandungan Silicon (0,31 % berat), hal ini menyebabkan sifat dari Magnesium yang dapat meningkatkan kekerasan untuk meningkatkan sifat mekanis dari satu material yang cukup tinggi. Fasa alpha (α -Al) adalah fasa padat dimana larutan atom-atom silicon (Si) larut didalam larutan Al, hasil rata-rata kadar silicon mampu meningkatkan ketahanan korosi maupun mengantisipasi retak panas yang cukup dengan seimbangnya dengan kadar magnesium yang cukup.

Grafik kampuh X 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 kampuh X. Terlihat rata-rata kandungan Aluminium yang tinggi (97,39 % berat), adanya kandungan Magnesium rendah (2,44 % berat) dan kandungan Silicon (0,17 % berat), hal ini menyebabkan sifat dari Magnesium yang dapat meningkatkan kekerasan maupun sifat untuk meningkatkan sifat mekanis dari satu material, hasil rata-rata kadar silicon yang terlalu rendah dari pada kadar magnesium dapat mengakibatkan penurunannya sifat material tersebut terutama pada bagian daerah las.

Grafik kampuh U 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 kampuh U. Terlihat rata-rata kandungan Aluminium yang tinggi (97,27 %

berat), adanya kandungan Magnesium rendah (2,33 % berat) dan kandungan Silicon (0,40) % berat), hal ini menyebabkan sifat dari Magnesium yang besar dapat meningkatkan kekerasan maupun sifat mekanis dari satu material yang cukup tinggi. Kadar silicon yang cukup dapat mengakibatkan kenaikan sifat material tersebut menjadi lunak terutama pada bagian daerah HAZ atau zona yang terkena panas.

3.5 Pembahasan Pengujian Struktur Mikro

Struktur mikro daerah logam induk pada tiga spesimen dengan variasi arus yang berbeda menunjukkan tidak adanya perbedaan yang terjadi pada metode las dengan Kampuh V, X dan U. Hal ini terjadi karena logam induk tidak terkena proses pemanasan saat proses pengelasan berlangsung. Struktur mikro pada daerah ini berupa butiran butir halus. Butir halus pada logam induk dapat menyebabkan struktur kekerasan tergantung jumlah butir yang terdapat pada daerah logam tersebut baik padat atau pun tidak padat serta perbandingan maupun presentase berat unsur antara beberapa paduan maupun fasa yang terjadi pada daerah tersebut dapat mempengaruhi sifat materialnya.

Struktur mikro pada daerah HAZ menunjukkan terjadinya pertumbuhan butir semakin kasar pada saat pengelasan tergantung pada variasi kampuh yang diberikan, untuk variasi kampuh dengan arus konstan terdapat pertumbuhan butir yang tidak merata, pada variasi kampuh dengan kampuh X terdapat pertumbuhan butir yang mulai merapat, dan sedangkan pada variasi kampuh U pertumbuhan butir yang mulai merata. Butir butir pada daerah HAZ mengalami pengasaran dan berbentuk poligonal tergantung pada variasi kampuh yang digunakan semakin tinggi panas yang diberikan terhadap pelat mengakibatkan semakin banyak atau rapatnya butir butir dan pengasaran pada material tersebut.

Struktur mikro daerah las secara umum berbentuk dendrit dengan warna gelap yang menunjukkan Mg_2Si , sedangkan warna terang merupakan fasa alfa α aluminium. Dilihat dari struktur mikro pada kampuh U panas yang dihasilkan semakin tinggi hal ini menyebabkan spesimen paling keras didalam daerah las dan lebih dominan jelas presentase berat unsur struktur Mg_2Si . Semakin tinggi panas yang diberikan saat pengelasan maka semakin besar dan terlihat ukuran dendrit dan semakin melebarnya cacat porositas yang terjadi sehingga sangat berpengaruh.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa pengujian serta data yang diperoleh dapat diambil kesimpulan bahwa komposisi kimia aluminium yang digunakan adalah jenis aluminium paduan Al-Si. Berdasarkan hasil yang didapat dari pengujian tarik, variasi kampuh kampuh V kekuatan tarik tertinggi sebesar 216 Mpa, nilai regangan rata-rata dengan nilai 0.066 % dan nilai modulus

3279 Mpa. Kekuatan tarik kampuh X sebesar 215 Mpa, nilai regangan rata-rata 0,052% dan nilai modulus 4117 Mpa. Nilai kekuatan tarik kampuh U sebesar 149 Mpa, nilai regangan rata-rata 0,033% dan nilai modulus sebesar 4465 Mpa. Hasil nilai dari modulus elastisitas yang besar, maka semakin kecil regangan elastisitas yang terjadi atau semakin kaku sehingga patahan mengalami patahan getas begitupun juga dengan sebaliknya. Hasil pengujian kekerasan dengan variasi kampuh pada logam induk tidak terpengaruh. Kekerasan tertinggi pada kampuh V sebesar 73,7 HVN pada daerah HAZ dan pada logam las didapat nilai tertinggi 90,7 HVN. Berdasarkan hasil yang didapat dari pengujian SEM-EDX proses pengelasan akan mempengaruhi terbentuknya struktur mikro serta berat jumlah presentase unsur yang terkandung. Pada variasi kampuh V, jumlah butiran MgSi pada daerah lasan besar dan merata dibanding kampuh X dan U kadar MgSi juga semakin besar, tetapi semakin tinggi panas yang diterima maka semakin besar pula ukuran dendrit butiran struktur mikro tersebut serta besar kemungkinan cacat porositas terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM Internasional (E8/E8M-04). 2010. *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*. United States of America.
- ASTM Internasional E92. 2017. *Standard Test Methods for Vickers Hardness and Knoop Hardness of Metallic Materials*. United States of America.
- ASTM Internasional E407. 1999. *Standard Practice for Microetching Metals and Alloys*. United States of America.
- Magga, R. 2009. Pengaruh Pembentukan Tegangan Sisa pada Hasil Pengelasan. JIMT, 6(2): 54–62.
- Nnuka, E.E. & Okonji, P.O. 2015. *Effect of Welding Current and Filler Metal Types on Percent Elongation of GTAW Austenitic Stainless Steel Weld Joints*. European Journal of Material Sciences, 2(1): 26–31.
- Sudargo, P.H. 2011. Pengaruh Filler dan Arus Listrik terhadap Sifat Fisik Mekanik Sambungan Las GMAW Logam Tak Sejenis antara Baja Karbon dan J4. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-2 Universitas Wahid Hashim Semarang.
- Trethewey, K.R., Chamberlain, J., 1991, *Korosi untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa*. Jakarta, Gramedia Pustaka Utama.
- Untung Budiarto, dkk (2019). Analisa Pengaruh Variasi Kampuh Las dan Arus Listrik Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Sambungan Las GMAW (Gas Metal ARC Welding) Pada Aluminium 6061. Ejournal Undip.
- Widharto, S. 2006. Menuju Juru Las Tingkat Dunia. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Wiryosumarto, H. & Okumura, T. 1981. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Wisnu Pranajaya, dkk (2019) . Analisa Pengaruh Variasi Kampuh Las dan Arus Listrik Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Sambungan Las TIG (Tungsten Inert Gas) Pada Aluminium 6061.