

ANALISIS PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN DEBIT GAS TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS TIG PADA ALUMINIUM 5052

Yusril Zidan Prihatma ¹, Priyagung Hartono ², Ismi Choirotin ³

¹Universitas Islam Malang
email: 22001052008@unisma.ac.id

²Universitas Islam Malang
email: priyagung@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang
email: ismi.choirotin@unisma.ac.id

ABSTRAK

Pengelasan TIG memiliki hasil pengelasan tersebut bersih, kuat, dan disamping itu dapat digunakan pada material non ferro seperti aluminium 5052 ini. Keunggulan lain dari Las TIG untuk Aluminium 5052 adalah dapat mempertahankan ketahanan korosi pada Aluminium 5052. Selain itu Las TIG juga dapat digunakan untuk mengelas Aluminium dengan berbagai ketebalan dengan hasil yang kuat, bersih dan memiliki tampilan yang baik. Kualitas hasil Las TIG dengan memperhatikan parameter yang baik tidak cukup hanya dinilai secara visual. Berbagai uji seperti uji tarik, uji bending, uji kekerasan, dan lainnya sangat penting untuk memastikan kekuatan dan keandalan sambungan las dalam aplikasi sebenarnya. Hal yang dapat diketahui setelah melakukan pengujian tarik adalah kekuatan tarik (Tensile Streght) material yang diuji, tegangan, regangan dan modulus elastisitas. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, yaitu spesimen yang sudah di las TIG dipotong sesuai ukuran, lalu dilakukan uji tarik. Hasil perhitungan menunjukkan; 1) Hasil Uji Anova menunjukkan tidak adanya pengaruh signifikan pada variasi Arus terhadap sambungan Las TIG Aluminium 5052. 2) Hasil Uji Anova menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan pada variasi debit gas terhadap sambungan las TIG Aluminium 5052.

Kata Kunci: Variasi Kuat Arus Debit Gas; Sambungan Las TIG; Aluminium 5052

ABSTRACT

TIG welding has clean, strong welding results, and besides that it can be used on non-ferrous materials such as aluminum 5052. Another advantage of TIG Welding for Aluminum 5052 is that it can maintain corrosion resistance in Aluminum 5052. In addition, TIG Welding can also be used to weld Aluminum with various thicknesses with strong, clean results and have a good appearance. The quality of TIG Welding results by paying attention to good parameters is not enough to be assessed visually. Various tests such as tensile tests, bending tests, hardness tests, and others are very important to ensure the strength and reliability of welded joints in actual applications. What can be known after conducting tensile testing is the tensile strength (Tensile Strength) of the material being tested, stress, strain and modulus of elasticity. The research method used is the experimental method, namely the specimen that has been TIG welded is cut to size, then a tensile test is carried out. The calculation results show; 1) The results of the Anova test show that there is no significant effect on the variation in current on the TIG welding joints of Aluminum 5052. 2) The results of the Anova test show that there is a significant effect on the variation in gas discharge on the TIG welding joints of Aluminum 5052..

Keywords : Gas Discharge Current Variation; TIG Welding Joint; Aluminum 5052

PENDAHULUAN

Aluminium merupakan logam non ferro yang memiliki sifat mekanis yang baik dan mudah dibentuk (Dilomo et al., 2024). Aluminium juga merupakan logam ringan dengan ketahanan korosi yang tinggi, memiliki konduktivitas listrik dan thermal yang baik. Keberadaannya yang melimpah di bumi menjadikannya bahan baku yang populer. Salah satu paduan aluminium yang paling sering digunakan dalam industri otomotif adalah Aluminium 5052.

Aluminium 5052 memiliki kekuatan tarik yang tinggi, tahan terhadap korosi, dan mampu bentuk yang baik membuatnya ideal untuk aplikasi yang membutuhkan keandalan tinggi. Aluminium 5052 memiliki komposisi utama aluminium (Al) 97,5% dengan penambahan magnesium (Mg) sebesar 2,5% (Ariyanto, 2024). Dari berbagai sifat dan komposisi penyusunnya, Aluminium 5052 tidak lepas dari proses penyambungan yang ada pada banyak industri. Proses penyambungan yang sangat cocok untuk Aluminium 5052 adalah proses pengelasan TIG.

Pengelasan menjadi teknik utama dalam bidang industri, konstruksi, maupun transportasi. Memungkinkan kita untuk menyatukan berbagai jenis logam termasuk aluminium untuk membentuk struktur yang diinginkan dengan kuat dan tahan lama. Salah satu metode pengelasan yang paling umum di bidang industri, konstruksi dan transportasi adalah pengelasan busur listrik (Munir et al., 2024).

Pengelasan TIG dipilih karena hasil pengelasan tersebut bersih, kuat, dan disamping itu dapat digunakan pada material non ferro seperti aluminium 5052 ini. Keunggulan lain dari Las TIG untuk Aluminium 5052 adalah dapat mempertahankan ketahanan korosi pada Aluminium 5052. Selain itu Las TIG juga dapat digunakan untuk mengelas Aluminium dengan berbagai ketebalan dengan hasil yang kuat, bersih dan memiliki tampilan yang baik. Hasil sambungan pengelasan TIG yang kuat, bersih dan bebas dari cacat dapat diciptakan dengan memperhatikan beberapa

parameter, diantaranya parameter listrik dan parameter gas. Parameter listrik menyangkut tentang arus dan tegangan las. Besarnya arus dan tegangan pada proses pengelasan mempengaruhi kedalaman penetrasi dan lebar pengelasan. Parameter gas menyangkut tentang jenis dan debit gas yang di keluarkan. Pada las TIG gas yang digunakan ialah Argon (Ar) atau Helium (He) (Iswanto et al., 2020). Pengujian tarik bertujuan untuk menguji kekuatan material dengan cara memberikan gaya tarik yang berlawanan arah dari arah titik tengah benda uji dan pengujian ini dapat merusak bahan material (Hasil et al., 2020). Hal yang dapat diketahui setelah melakukan pengujian tarik adalah kekuatan tarik (Tensile Streght) material yang diuji, tegangan, regangan dan modulus elastisitas.

Dengan latar belakang tersebut maka dalam penelitian ini, akan membahas bagaimana perbedaan kekuatan hasil sambungan pengelasan TIG pada Aluminium 5052, dengan variasi kuat arus dan debit gas yang berbeda menggunakan uji tarik pada hasil sambungan las TIG pada Aluminium 5052.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, yaitu spesimen yang sudah di las TIG dipotong sesuai ukuran, lalu dilakukan uji tarik.

Alat Penelitian

1. Mesin Las TIG (*Tungsten Inert Gas*)
2. Torch
3. Gas Argon
4. Filler Rod
5. Helm Las
6. Sarung Tangan Las
7. Apron Las
8. Gerinda Potong

Bahan Penelitian

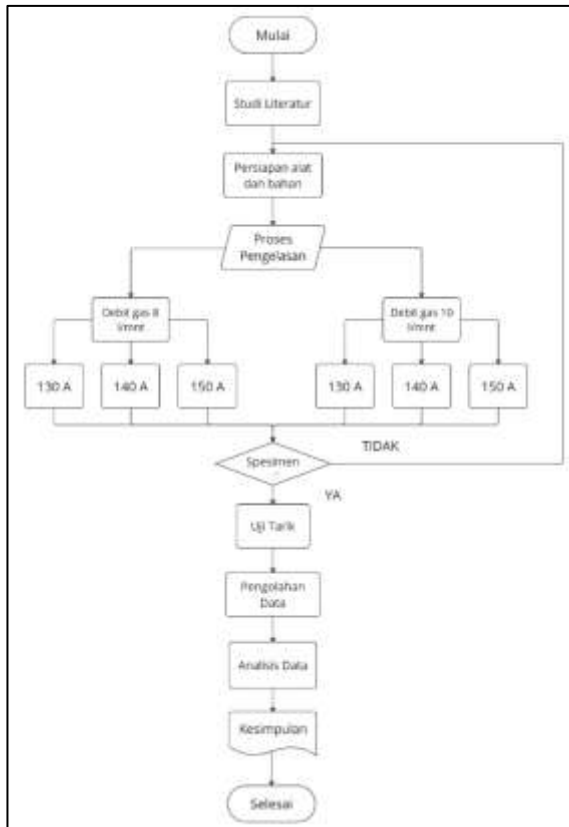
Aluminium 5052



Gambar 3. 1 Aluminium 5052

Pada penelitian ini, aluminium yang digunakan adalah Aluminium 5052 yang memiliki kemampuan bentuk yang baik, tahan korosi, kekuatan tarik yang baik, dan banyak digunakan pada industri.

Diagram Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian Tarik

Tabel 4. 1 Hasil Uji Tarik

No	Tegangan Maksimum (kg)	ΔL (mm)	Note
1	724,4	4,54	x1
2	588,6	5,21	x2
3	819,6	7,8	x3
4	640,2	3,74	x4
5	876,6	6,77	x5
6	738,4	5,17	x6
7	609,6	5,92	x7
8	778,4	6,37	x8
9	896,4	4,99	x9
10	729,6	4,19	x10
11	917,6	9,22	x11
12	850,2	5,92	x12
13	910,2	5,65	x13
14	841,4	5,08	x14
15	780,8	4,77	x15
16	807,4	6,42	x16
17	821,4	4,05	x17
18	919,4	7,35	x18
19	1690,4	9,92	RAW

Hubungan antara tegangan dan regangan pada beban tarik ditentukan dengan rumus berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A_o}$$

Keterangan :

σ = Tegangan (N/m²)

F = Gaya (N) : 7157,38 N

A_o = Luas penampang (mm²) : 0,075 m²

Nilai regangan dapat di tentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o}$$

Keterangan :

ε = Regangan

ΔL = Perubahan Panjang Spesimen (cm) : 0,419 cm

L = Panjang awal Spesimen (mm) : 20 cm

Nilai modulus elastisitas bisa didapat dengan rumus berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Keterangan :

E : Modulus Elastisitas

σ : Tegangan

ε : Regangan

Perhitungan

1. Tegangan (σ)

$$\sigma = \frac{F}{A_o} = \frac{7157,38 \text{ N}}{0,075 \text{ m}^2} = 95431,68 \text{ Pa}$$

2. Regangan (ε)

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} = \frac{0,419 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} = 0,02095$$

3. Modulus Elastisitas (E)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{95431,68 \text{ Pa}}{0,02095} = 4,555 \text{ Pa}$$

Tabel 4. 2 Data Hasil Perhitungan Uji Tarik.

Spesimen	Debit (l/min)	Arus (A)	As (m2)	F Max (N)	ΔL (mm)	Stress max (Pa)	Stress max (MPa)	strain
s1	8	130	0,000075	7100,36	0,454	94751520	94,75	0,0127
s2	8	130	0,000075	5774,17	0,521	76888880	76,99	0,02005
s3	8	130	0,000075	9040,28	0,78	107203680	107,20	0,039
s4	8	140	0,000075	8200,30	0,574	83738160	83,74	0,0187
s5	8	140	0,000075	8599,45	0,677	114890280	114,66	0,03385
s6	8	140	0,000075	7243,70	0,517	96582720	96,58	0,02585
s7	8	150	0,000075	5880,18	0,592	79735680	79,74	0,0286
s8	8	150	0,000075	7638,10	0,637	101816720	101,81	0,03187
s9	8	150	0,000075	8793,68	0,499	117240120	117,25	0,02495
s10	10	130	0,000075	7157,38	0,419	95431680	95,43	0,02095
s11	10	130	0,000075	9001,66	0,922	120922080	120,92	0,0461
s12	10	130	0,000075	8140,46	0,592	111206160	111,21	0,0296
s13	10	140	0,000075	8920,06	0,568	119054160	119,05	0,03825
s14	10	140	0,000075	8254,13	0,508	110551120	110,56	0,0284
s15	10	140	0,000075	7659,05	0,477	102128640	102,13	0,02385
s16	10	150	0,000075	7920,59	0,642	105607920	105,61	0,0321
s17	10	150	0,000075	8057,93	0,405	107439120	107,44	0,02025
s18	10	150	0,000075	9019,31	0,735	120257520	120,26	0,03675
RAV	-	-	0,000075	14634,558	0,992	195075120	195,07	0,0496

Tabel 4. 3 Tabel Hasil Uji Tarik (MPa)

Debit Gas (L/min)	ARUS (A)		
	130	140	150
8	94,75	83,74	79,74
	76,99	114,66	101,81
	107,20	96,58	117,25
Jumlah	278,94	294,98	298,8
Rata-rata	92,98	98,33	99,60
10	95,43	119,05	105,61
	120,02	110,06	107,44
	111,21	102,13	120,26
Jumlah	326,66	331,24	333,31
Rata-rata	108,89	110,41	111,10

Grafik Hasil Uji Tarik



Gambar 4. 1 Grafik Hasil Uji Tarik Debit Gas 8 l/m.

Dari grafik terlihat bahwa kekuatan tarik sambungan las sangat dipengaruhi oleh besarnya arus yang digunakan dalam proses pengelasan. Semakin besar arus yang digunakan, maka kekuatan tarik sambungan las cenderung meningkat, namun tidak selalu berbanding lurus. Spesimen dengan Arus 130A memiliki nilai paling tinggi sebesar 107,20 Mpa dan paling rendah 76,99 Mpa, menjadikan nilai terendah di kombinasi debit gas 8 l/min. Spesimen dengan arus 140A

memiliki nilai tarik tertinggi sebesar 114,66 MPa dan nilai terendah sebesar 83,74 MPa. Spesimen dengan arus 150A memiliki nilai tarik terendah 79,74 MPa dan nilai tertinggi sebesar 117,25 MPa, menjadikan nilai ini sebagai nilai terbesar pada kombinasi variasi arus dengan debit gas 8 l/min.

Terdapat fluktuasi nilai tegangan tarik pada setiap variasi arus. Fluktuasi ini mengindikasikan adanya beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan sambungan las. Beberapa faktor yang memungkinkan mempengaruhi fluktuasi diatas yang pertama ialah penetrasi las, kedalaman las yang tidak seragam dapat mempengaruhi luas penampang efektif yang menahan beban tarik. Penetrasi yang kurang dalam dapat menyebabkan konsentrasi tegangan dan mengurangi kekuatan sambungan. Faktor kedua adalah kecepatan pengelasan yang tidak konsisten dapat mempengaruhi pendinginan sambungan las dan struktur mikro yang terbentuk.



Gambar 4. 2 Gambar patahan melintang sambungan Debit Gas 8 l/m.

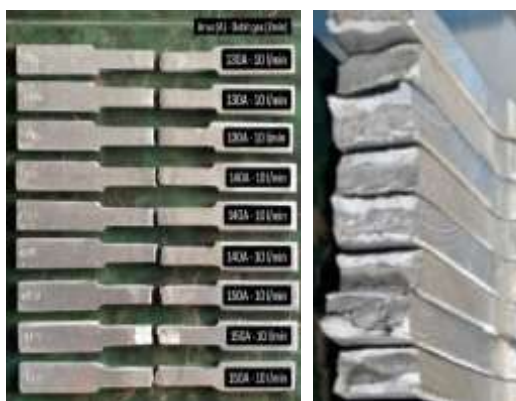


Gambar 4. 3 Grafik Hasil Uji Tarik Debit Gas 10 l/m.

Grafik di atas menyajikan hasil pengujian tarik pada sambungan las aluminium alloy

5052 yang menggunakan metode pengelasan TIG dengan variasi kuat arus 130A, 140A, dan 150A, serta debit gas konstan 10 l/min. Hasil pengujian menunjukkan adanya fluktuasi kekuatan tarik (stress) sambungan las yang dipengaruhi oleh besarnya arus pengelasan. Secara umum, terdapat kecenderungan peningkatan kekuatan tarik seiring dengan peningkatan kuat arus. Namun, peningkatan ini tidak bersifat linear dan terdapat variasi yang cukup signifikan pada setiap variasi arus. Spesimen dengan variasi 130A memiliki nilai terendah sebesar 95,43 MPa, menjadikan nilai ini adalah nilai terendah pada kombinasi debit gas 10 l/m ini, dan nilai tertinggi pada variasi 130A ini adalah 120,02. Spesimen dengan variasi 140A memiliki nilai terendah 102,13 MPa dan nilai tertinggi 119,05 MPa. Spesimen dengan variasi arus 150A memiliki nilai terendah 105,61 dan nilai tertinggi 120,26, menjadikan nilai ini sebagai nilai terbesar pada grafik diatas.

Sama seperti variasi debit gas 8 l/min, terjadi fluktuasi nilai di setiap variasi arusnya. Fluktuasi nilai tegangan tarik yang terjadi dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satunya adalah variasi kedalaman penetrasi las. Jika penetrasi tidak merata, maka distribusi tegangan pada sambungan las menjadi tidak seragam, sehingga kekuatannya berkurang.



Gambar 4. 4 Gambar patahan melintang sambungan Debit Gas 10 l/m.

Regresi Linier

No	Data Hasil Uji (Y)	debit (X1)	Arus (X2)	Y^2	x_1^2	x_2^2	X_1Y	X_2Y	X_1X_2
1	94,75	8	130	8977,85	64	16900	758,01	12317,70	1040
2	76,99	8	130	5927,29	64	16900	615,91	10008,55	1040
3	107,20	8	130	11492,63	64	16900	857,63	13936,48	1040
4	83,74	8	140	7012,08	64	19600	669,91	11723,34	1120
5	114,66	8	140	13146,75	64	19600	917,27	16052,30	1120
6	96,58	8	140	9328,22	64	19600	772,66	13521,58	1120
7	79,74	8	150	6357,78	64	22500	637,89	11960,35	1200
8	101,81	8	150	10366,34	64	22500	814,52	15272,21	1200
9	117,25	8	150	13747,36	64	22500	957,99	17587,37	1200
Σ	872,72	72	1260	86356,19	576	177000	6981,79	122379,88	10080

Tabel 4. 4 Tabel Perhitungan Regresi Variasi Debit Gas 8 l/min.

Dari hasil analisis regresi berganda diperoleh nilai koefisien determinasi sebesar 0,8879 yang dapat diartikan bahwa pengaruh variabel bebas x_1 , x_2 terhadap variabel terikat Y adalah sebesar 88,79% sedangkan sisanya 11,21% dipengaruhi oleh variabel lain.

Tabel 4. 5 Tabel Perhitngan Regresi Variasi Debit Gas 10 l/min.

No	Data Hasil Uji (Y)	debit (X1)	Arus (X2)	Y^2	x_1^2	x_2^2	X_1Y	X_2Y	X_1X_2
1	95,43	10	130	9107,21	100	16900	954,32	12406,12	1300
2	120,02	10	130	14405,30	100	16900	1200,22	15602,83	1300
3	111,21	10	130	12366,81	100	16900	1112,06	14456,90	1300
4	110,05	10	140	14173,49	100	19600	1100,54	16667,38	1400
5	110,06	10	140	12112,13	100	19600	1100,55	15407,72	1400
6	102,17	10	140	10436,26	100	19600	1021,29	14298,01	1400
7	105,61	10	150	11153,69	100	22500	1056,08	15841,19	1500
8	107,44	10	150	11543,16	100	22500	1074,39	16115,57	1500
9	120,26	10	150	14461,87	100	22500	1202,58	18038,63	1500
Σ	991,20	90	1260	109753,67	900	177000	9912,02	138834,78	12600

Dari hasil analisis regresi berganda diperoleh nilai koefisien determinasi sebesar 0,9545 yang dapat diartikan bahwa pengaruh variabel bebas x_1 , x_2 terhadap variabel terikat Y adalah sebesar 95,45% sedangkan sisanya 4,55% dipengaruhi oleh variabel lain.



Grafik scatter diatas menyajikan hasil rata-rata uji tarik pada material aluminium 5052. Sumbu Y menunjukkan tegangan tarik rata-rata yang dihasilkan dalam satuan MPa, sedangkan sumbu X menunjukkan kombinasi arus dan debit gas yang digunakan. Grafik

diatas juga menunjukkan persamaan grafik linier dan Nilai Koefisien Determinasi (R^2). Bentuk umum dari persamaan regresi linier adalah $y = mx + c$, dimana y adalah variabel terikat (Stress (MPa)), x adalah variabel bebas (Arus (A)), m adalah koefisien regresi dan c adalah konstanta. Pada variasi debit 8 l/min terdapat persamaan $y = 3,3092x + 90.351$, yang artinya adalah setiap kenaikan 1 Ampere pada arus (x) akan menyebabkan peningkatan stress (y) sebesar 3,3092 MPa, dengan asumsi debit tetap 8 l/min. Nilai konstanta 90.351 MPa menunjukkan bahwa ketika arus 0 Ampere, stress diperkirakan sebesar 90.351 MPa. Nilai $R^2 = 0.8879$ pada Debit 8 l/min berarti sekitar 88.79% variasi stress (y) dipengaruhi oleh variasi arus(x) pada debit 8 l/m, sisanya 11,21% dipengaruhi oleh variabel lain diluar model. Lalu pada variasi debit 10 l/min terdapat persamaan $y = 1,1074x + 107.92$, yang artinya adalah setiap kenaikan 1 Ampere pada arus (x) akan menyebabkan peningkatan Stress (y) sebesar 1,1074 MPa, dengan asumsi debit tetap 10 l/min. Nilai konstanta 107.92 MPa menunjukkan bahwa ketika arus 0 Ampere, stress diperkirakan sebesar 107.92 MPa. Nilai $R^2 = 0.9545$ pada Debit 10 l/min berarti sekitar 95.45% variasi stress (y) dipengaruhi oleh variasi arus (x) pada debit 10 l/m, sisanya 4,55% dipengaruhi oleh variabel lain diluar model.

Uji Anova

Tabel 4. 6 Hasil Hitung Uji Anova

Sumber Varian	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rata-rata Kuadrat	F Hitung	F Tabel
Rata-rata Baris	779,844	1	779,84	4,1851	3,18
Rata-rata Kolom	64,55	2	32,27	0,1732	2,81
Interaksi	17,16	2	8,58	0,0460	2,81
Error	2236,039	12	186,34		
Total	3097,59	17			

Kesimpulan :

1. $F_{hitung} = 4,1851 > F_{0,1} 3,18$ artinya H_0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi Debit Gas terhadap kekuatan tarik sambungan Las TIG Aluminium 5052

2. $F_{hitung} = 0,1732 < F_{0,1} 2,81$ artinya H_0 diterima. Jadi tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi Arus terhadap kekuatan tarik sambungan Las TIG Aluminium 5052
3. $F_{hitung} = 0,0460 < F_{0,1} 2,81$ artinya H_0 diterima. Jadi tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi Debit Gas dan Arus terhadap kekuatan tarik sambungan Las TIG Aluminium 5052.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa:

1. Kenaikan arus las memiliki hubungan positif dengan kekuatan tarik sambungan las. Pengujian menunjukkan bahwa pada debit gas 8 liter/menit terjadi kenaikan arus dari 130A ke 150A, yang memiliki rata-rata tegangan sebesar 96,97 MPa menghasilkan peningkatan kekuatan tarik sebesar 7,1%. Lalu pada debit gas 10 liter/menit, peningkatan yang sama pada variabel arus yang memiliki rata-rata tegangan 110,13MPa, memberikan kenaikan kekuatan tarik sebesar 2%.
2. Peningkatan debit gas juga berkontribusi pada peningkatan kekuatan tarik secara keseluruhan. Dari hasil perhitungan rata-rata, kenaikan debit gas dari 8 liter/menit yang memiliki nilai rata-rata 96,97 MPa ke 10 liter/menit dengan nilai rata-rata 110,13MPa menghasilkan peningkatan kekuatan tarik sekitar 13,57%. Hal ini memberikan asumsi bahwa semakin besar debit gas yang digunakan, semakin kuat pula kekuatan tarik.

Rekomendasi yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah:

1. Memberikan kampuh V atau X pada proses pra pengelasan, dimaksudkan agar kekuatan tarik dari hasil pengelasan dapat lebih kuat lagi.
2. Menggunakan variasi Arus las dan Debit gas dengan selisih angka yang lebih besar, agar mendapatkan hasil yang signifikan.
3. Melakukan studi literatur lebih dalam lagi, agar lebih akurat dalam memprediksi hasil penelitian.

4. Membersihkan plat aluminium sebelum dilakukan proses pengelasan agar hasil pengelasan lebih optimal

DAFTAR RUJUKAN

- Ariyanto. (2024). Analisa Pengaruh Arus Listrik Pengelasan Gmaw Alumunium 5052. *Jurnal Ilmiah Teknik*, Vol.3 No.1, 38–43.
- Dilomo Asri, Priyagung Hartono, & Unung Lesmanah. (2024). Analisis Pengaruh Variasi Heat Treatment Material Aluminium Alloy 6063 Terhadap Laju Korosi. *Ringme*, 4, 8–19.
- Fatahillah, A. I., Lesmanah, U., & Choirotin, I. (2024). Analisis Kekerasan Pada Pengecoran Alumunium Paduan Kuningan Dengan Menggunakan Oli, Udara Dan Minyak Jarak Sebagai Media Pendingin. *Jurnalteknikmesin*, 17–21.
- Iswanto, Noerdianto, Fachrudin A'rasy, & Mulyadi. (2020). Analisa perbandingan kekuatan hasil pengelasan TIG dan pengelasan MIG pada Aluminium 5083. *Program Studi Teknik Mesin UM Metro*, 9 No. 1, 87–91.
- Munir, M. I., Haryanto, P., & Raharjo, A. (2024). Analisis Pengaruh Perlakuan Panas Hasil Pengelasan Gmaw Baja St-40 Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro. *Jurnalteknikmesin*, 87–91.
- Prasurya, E., Andriyono, A., & Sariman, F. (2024). Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kuat Tarik Material pada Stainless Steel 304 Hasil Las SMAW Dengan Elektroda E308-16.