



PENGARUH VARIASI KUAT ARUS DAN TEKANAN GAS PELINDUNG TERHADAP KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN MIG (METAL INERT GAS) PEMBUATAN FRONT CHASIS MOBIL LISTRIK DENGAN BAHAN ST 60

Mukhamad Choirul Ulin Nuha^{1*}, Samsudi¹

¹ Prodi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

*Email: ulinnuha5201415066@gmail.com

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima 11 Mei 2022

Disetujui 31 Juni 2022

Dipublikasikan 3 November 2022

Kata Kunci:

Pengelasan MIG, variasi arus dan tekanan gas pelindung, kekuatan uji tarik, bahan ST 60.

Abstrak

Kemajuan teknologi dalam dunia industri terus mengikuti perkembangan zaman, pengelasan MIG (Metal Inert Gas) sudah banyak digunakan dalam proses penyambungan logam. Pengelasan MIG (Metal Inert Gas) memiliki keunggulan diantaranya proses pengelasan yang cepat sehingga waktu lebih efisien, api yang dikeluarkan lebih stabil sehingga hasil lasan yang didapat juga lebih kuat dan tahan lama. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengelasan yaitu arus, tegangan, tekanan gas pelindung, kawat elektroda dan kecepatan pengelasan yang terjadi. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi kuat arus dan tekanan gas pelindung terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan mig (metal inert gas) pembuatan front chasis mobil listrik dengan bahan ST 60. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi arus 115 A, 120 A, dan 130 A dan tekanan gas pelindung 8 liter/menit, 10 liter/menit, 12 liter/menit. Variabel terikatnya adalah kekuatan uji tarik. Variabel kontrolnya yaitu menggunakan mesin las MIG dan gas pelindung karbon dioksida. Analisis data menggunakan metode analisis deskriptif dan two way anova yang dilengkapi dengan uji lanjut. Data yang diperoleh dari hasil pengujian berupa angka kemudian disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan dideskripsikan berdasarkan hasil analisis yang dilakukan. Hasil pengujian kekuatan uji tarik yaitu semakin tinggi arus dan tekanan gas pelindung maka semakin besar nilai kekuatan uji tarik. Kekuatan uji tarik tertinggi yaitu pada spesimen arus 130 A dengan tekanan gas pelindung 12 liter/menit sebesar 47.96 kg/mm². Hasil uji anova didapatkan adanya pengaruh variasi arus dan ada pengaruh variasi tekanan gas pelindung terhadap kekuatan uji tarik. Hasil uji lanjut didapatkan adanya pengaruh signifikan arus 130 A dengan 115 A dan tekanan gas pelindung 12 liter/menit dengan 8 liter/menit.

Abstract

Technological advances in the industrial world keep abreast of the times, MIG (Metal Inert Gas) welding has been widely used in the metal joining process. MIG (Metal Inert Gas) welding has advantages including a fast welding process so that time is more efficient, the fire that is released is more stable so that the welds obtained are also stronger and more durable. The factors that affect the welding result are current, voltage, pressure of the shielding gas, the electrode wire and the welding speed that occurs. The research objective was to determine the effect of variations in current strength and protective gas pressure on the tensile strength of the mig (metal inert gas) welding result for the manufacture of electric car front chassis with ST 60 material. This study used an experimental method. The independent variables in this study were the current variations of 115 A, 120 A, and 130 A and the protective gas pressure was 8 liters / minute, 10 liters / minute, 12 liters / minute. The dependent variable is the tensile strength. The control variables were using a MIG welding machine and carbon dioxide shielding gas. Data analysis used descriptive analysis method and two way ANOVA equipped with advanced testing. The data obtained from the test results are in the form of numbers then presented in tables, graphs and described based on the results of the analysis carried out. The result of the tensile strength test is that the higher the current and pressure of the protective gas, the greater the value of the tensile strength. The highest tensile strength was at a specimen of 130 A flow with a protective gas pressure of 12 liters / minute of 47.96 kg / mm². The ANOVA test results showed the influence of current variations and the effect of variations in the pressure of the shielding gas on the tensile strength. The results of further tests showed that there was a significant effect of a current of 130 A with 115 A and a protective gas pressure of 12 liters / minute with 8 liters / minute.

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur di Indonesia berkembang begitu pesat terutama dibidang pengelasan, karena pada mulanya pengelasan berfungsi sebagai perbaikan dan pemeliharaan dari alat-alat yang terbuat dari logam sebagai proses penambalan retak-retak, penyambungan sementara, maupun sebagai alat pemotongan logam. las merupakan metode paling sederhana untuk penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas (Wiryosumarto dan Okumura 2004:43). Rancangan dan cara pengelasan harus memperhatikan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaannya. Teknik pengelasan memiliki berbagai keuntungan diantaranya mampu memiliki sambungan yang kuat, akurasi ukuran dan variasi bentuk struktur las. Prosedur pengelasan sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil pengelasan terutama saat penyambungan logam. Demikian pula di Indonesia membutuhkan teknik pengelasan yang baik terutama di pengelasan penyambungan pembuatan *chasis*. Penyambungan logam harus kuat untuk menompang beban yang berat seperti mesin, roda, maupun penumpang dan harus mampu menahan guncangan dari kondisi jalan serta tidak deformasi waktu digunakan. Baja ST 60 merupakan jenis baja karbon sedang karena termasuk kelas baja keras yang memiliki kekuatan Tarik sebesar 60-70 kg/mm², kandungan kadar karbon 0,04-0,50%, kekuatan luluh 34-46 kg/mm², dan kekerasan *brinell* sekitar 160-200 (Wiryosumarto dan Okumura 2004:89-90). Pada bahan tersebut sangat cocok untuk pembuatan produk *chasis*, karena yang dibutuhkan bahan untuk pembuatan *front chasis* mobil listrik kekuatan tarik yang kuat untuk menompang beban dari gejala permukaan jalan.

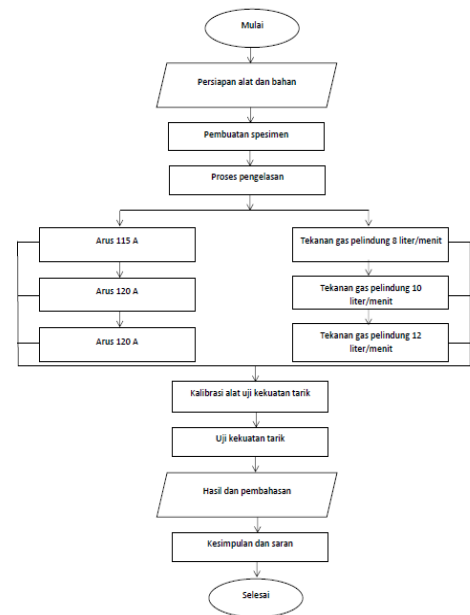
Las MIG (*Metal Inert Gas*) merupakan mesin las yang mempunyai gas pelindung, gas

pelindung yang digunakan adalah gas *Argon*, *Helium*, atau campuran keduanya. Untuk menetapkan busur biasanya ditambahkan gas *Oksigen* antara 2%-5% atau *Karbon dioksida* antara 5%-20% (Wiryosumarto dan Okumura 2004:20). Keuntungan penggunaan mesin las MIG (*Metal Inert Gas*) diantaranya dapat digunakan untuk pengelasan baja karbon setengah lunak, baja kualitas tinggi seperti tahan karat, baja kuat, dan logam-logam baja yang tidak dapat dilas dengan cara lain. Konsentrasi busur yang tinggi mampu membuat busurnya mengalami percikan yang sedikit sehingga memudahkan operasi pengelasan dengan arus yang tinggi, maka kecepatannya juga sangat tinggi. Penambahan gas *Karbon dioksida* ke dalam gas *Argon* akan menaikkan besarnya arus listrik.

Kekuatan tarik pada pengelasan sangat tergantung pada bahan, kuat arus, gas pelindung, metode pengelasan, dan cara pengelasan. Pengelasan dengan kuat arus, gas pelindung dan *filler* yang baik tapi bila pengelasannya kurang baik maka kualitas hasil lasannya berkurang juga. Salah satu dari sifat mekanis adalah kekuatan tarik, kekuatan tarik merupakan salah satu yang sangat diperhitungkan dalam pemilihan sebuah bahan industri. Faktor yang mempengaruhi kekuatan tarik pada logam hasil lasan sangat dipengaruhi oleh masukan panas yang terjadi selama proses pengelasan. Masukan panas akan mengakibatkan logam las berdifusi dengan baik atau tidaknya, sehingga akan berpengaruh pada kekuatan tarik hasil lasan. Masukan panas yang terjadi adalah efek dari penggunaan arus dan tekanan gas pelindung saat proses pengelasan.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk menguji pengaruh variasi kuat arus dan tekanan gas pelindung terhadap uji tarik pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) pembuatan *front chasis* mobil listrik dengan bahan ST 60. Untuk menguji kekuatan bahan dari hasil pengelasan

menggunakan alat uji kekuatan tarik. Untuk menguji kekuatan tarik dilakukan pengujian kekuatan tarik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik yang terdapat pada hasil pengelasan dengan bahan ST 60. Hasil dari pengujian bahan tersebut yang nantinya akan diaplikasikan kedalam suatu produk yang memang membutuhkan tingkat kekuatan tarik yang sangat tinggi, salah satu contohnya adalah *front chasis*, seperti diketahui *front chasis* sangat membutuhkan tingkat tegangan yang sangat tinggi karena harus menopang beban yang berat, maka dari itu diperlukan material dengan kualitas yang tinggi pula.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2. METODE PENELITIAN

Metode Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu suatu metode penelitian yang digunakan untuk mencari atau mengetahui suatu pengaruh pemberian suatu treatment atau pemberian suatu perlakuan terhadap subyek penelitian dalam kondisi yang terkendali (Sugiyono 2015:107). Pada penelitian ini bahan ST 60 diberi perlakuan yang berbeda yaitu dengan variasi arus sebesar 115 A, 120 A, 130 A dan tekanan gas pelindung 8 liter/menit, 10 liter/menit, dan 12 liter/menit kemudian dianalisis untuk mengetahui kekuatan tarik.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi arus sebesar 115 A, 120 A, 130 A dan tekanan gas pelindung 8 liter/menit, 10 liter/menit, dan 12 liter/menit. Variabel terikatnya adalah kekuatan tarik. Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu mesin las MIG, gas pelindung karbon dioksida, elektroda carbon steel ER70S-6 diameter 1.00 mm, dan tegangan 18 V.

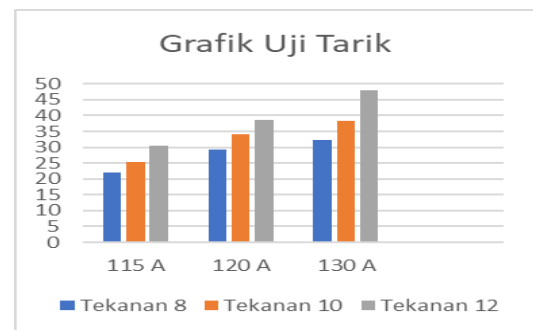
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Deskriptif Kekuatan Tarik

Tabel 1. Hasil pengujian kekuatan tarik

ARUS (A)	TEKANAN (liter/menit)	SPESIMEN			RATA-RATA (kg/mm ²)
		I	II	III	
115	8	17.1	25.5	23.2	21.93
	10	29.2	26.9	20.1	25.40
	12	32.8	32.4	26.0	30.40
TOTAL					25.91
120	8	28.8	34.8	24.6	29.40
	10	34.8	39.7	27.4	33.96
	12	40.9	34.8	40.0	38.56
TOTAL					33.97
130	8	29.3	30.9	36.9	32.36
	10	34.1	33.6	47.6	38.43
	12	49.8	45.5	48.6	47.96
TOTAL					39.58

Data pengujian kekuatan tarik menggunakan uji tarik pada tabel tersebut kemudian dibuat grafik.



Gambar 7. Grafik uji tarik

Pada tabel 1 hasil uji kekuatan tarik standar pengujian tarik ASTM E8 tersebut pada arus/tekanan 115 A / 8 liter/menit spesimen pertama sebesar 17.1 kg/mm², pada spesimen kedua sebesar 25.5 kg/mm², pada spesimen ketiga sebesar 23.2 kg/mm². Jadi nilai rata-rata kekuatan tarik pada arus/tekanan 115 A / 8 liter/menit sebesar 21.93 kg/mm².

Pada tabel 1 hasil uji kekuatan tarik standar pengujian tarik ASTM E8 tersebut pada arus/tekanan 115 A / 10 liter/menit spesimen pertama sebesar 29.2 kg/mm², pada spesimen kedua sebesar 26.9 kg/mm², pada spesimen ketiga sebesar 20.1 kg/mm². Jadi nilai rata-rata kekuatan tarik pada arus/tekanan 115 A / 10 liter/menit sebesar 25.40 kg/mm².

Pada tabel 1 hasil uji kekuatan tarik standar pengujian tarik ASTM E8 tersebut pada arus/tekanan 115 A / 12 liter/menit spesimen pertama sebesar 32.8 kg/mm², pada spesimen kedua sebesar 32.4 kg/mm², pada spesimen ketiga sebesar 26.0 kg/mm². Jadi nilai rata-rata kekuatan tarik pada arus/tekanan 115 A / 12 liter/menit sebesar 30.40 kg/mm².

Pada tabel 1 hasil uji kekuatan tarik standar pengujian tarik ASTM E8 tersebut pada arus/tekanan 120 A / 8 liter/menit spesimen pertama sebesar 28.8 kg/mm², pada spesimen kedua sebesar 34.8 kg/mm², pada spesimen ketiga sebesar 24.6 kg/mm². Jadi nilai rata-rata kekuatan tarik pada arus/tekanan 120 A / 8 liter/menit sebesar 29.40 kg/mm².

Pada tabel 1 hasil uji kekuatan tarik standar pengujian tarik ASTM E8 tersebut pada arus/tekanan 120 A / 10 liter/menit spesimen pertama sebesar 34.8 kg/mm², pada spesimen kedua sebesar 39.7 kg/mm², pada spesimen ketiga sebesar 27.4 kg/mm². Jadi nilai rata-rata kekuatan tarik pada arus/tekanan 120 A / 10 liter/menit sebesar 33.96 kg/mm².

Pada tabel 1 hasil uji kekuatan tarik standar pengujian tarik ASTM E8 tersebut pada arus/tekanan 120 A / 12 liter/menit spesimen pertama sebesar 40.9 kg/mm², pada spesimen kedua sebesar 34.8 kg/mm², pada spesimen ketiga sebesar 40.0 kg/mm². Jadi nilai rata-rata kekuatan tarik pada arus/tekanan 120 A / 12 liter/menit sebesar 38.36 kg/mm².

Pada tabel 1 hasil uji kekuatan tarik standar pengujian tarik ASTM E8 tersebut pada arus/tekanan 130 A / 8 liter/menit spesimen pertama sebesar 29.3 kg/mm², pada spesimen kedua sebesar 30.9 kg/mm², pada spesimen ketiga sebesar 36.9 kg/mm². Jadi nilai rata-rata kekuatan tarik pada arus/tekanan 130 A / 8 liter/menit sebesar 32.36 kg/mm².

Pada tabel 1 hasil uji kekuatan tarik standar pengujian tarik ASTM E8 tersebut pada arus/tekanan 130 A / 10 liter/menit spesimen pertama sebesar 34.1 kg/mm², pada spesimen kedua sebesar 33.6 kg/mm², pada spesimen ketiga sebesar 47.6 kg/mm². Jadi nilai rata-rata kekuatan tarik pada arus/tekanan 130 A / 10 liter/menit sebesar 38.43 kg/mm².

Pada tabel 1 hasil uji kekuatan tarik standar pengujian tarik ASTM E8 tersebut pada arus/tekanan 130 A / 12 liter/menit spesimen pertama sebesar 49.8 kg/mm², pada spesimen kedua sebesar 45.5 kg/mm², pada spesimen ketiga sebesar 48.6 kg/mm². Jadi nilai rata-rata kekuatan tarik pada arus/tekanan 130 A / 12 liter/menit sebesar 47.96 kg/mm².

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata hasil uji tarik dari masing-masing variasi arus dan tekanan yang terdiri dari 115 A/8 liter/menit, 115 A/10 liter/menit, 115 A/12 liter/menit, 120 A/8 liter/menit, 120 A/10 liter/menit, 120 A/12 liter/menit, 130 A/8 liter/menit, 130 A/10 liter/menit, dan 130 A/12 liter/menit. Dari grafik diatas diketahui bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi ditunjukkan oleh arus 130 A

dengan tekanan 12 liter/menit sebesar 47.96 kg/mm². Sedangkan nilai kekuatan tarik terendah ditunjukkan oleh arus 115 A dengan tekanan 8 liter/menit sebesar 21.93 kg/mm².

Tabel 2. Hasil rata-rata uji tarik

Dependent Variable: Tarik				
Arus	Tekanan	Mean	Std. Deviation	N
115 A	8	21.933	4.3409	3
	10	25.400	4.7318	3
	12	30.400	3.8158	3
	Total	25.911	5.2475	9
120 A	8	29.400	5.1264	3
	10	33.967	6.1922	3
	12	38.567	3.2929	3
	Total	33.978	5.8840	9
130 A	8	32.367	4.0067	3
	10	38.433	7.9425	3
	12	47.967	2.2189	3
	Total	39.589	8.2095	9
Total	8	27.900	6.0803	9
	10	32.600	7.9909	9
	12	38.978	8.0955	9
	Total	33.159	8.5200	27

1) Hasil Uji Prasyarat Analisis

a. Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan pengujian mengenai kenormalan distribusi data. Uji normalitas data bertujuan untuk memperlihatkan bahwa data sampel uji berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Uji normalitas ini dilakukan dengan menggunakan IBM SPSS Statistics 24. Hasil output data dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Analisis data *Kolmogorov-Smirnov* digunakan apabila data atau subjek lebih dari 50. Dikarenakan pada penelitian ini data yang dimiliki kurang dari 50 maka analisis data signifikan yang digunakan adalah *Shapiro-Wilk*. Data pengambilan keputusan dalam uji normalitas *Shapiro-Wilk*:

a) Apabila nilai Sig. > 0,05 maka data berdistribusi normal

b) Apabila nilai Sig. < 0,05 maka data tidak berdistribusi normal

Data yang diperoleh pada Tabel 3, nilai kekuatan tarik mempunyai nilai *statistic* = 0,955 dimana pada nilai signifikansi = 0,276 > 0,05. Jadi, data hasil pengukuran nilai kekuatan tarik dinyatakan berdistribusi normal sehingga uji *Two Way Anova* dapat dilakukan.

Tabel 3. Uji normalitas

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	sig.	Statistic	df	sig.
tandardized Residual for Tarik	119	7	200*	955	7	276
*. This is a lower bound of the true significance.						
a. Lilliefors Significance Correction						

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk menguji kesamaan dari beberapa data. Pada penelitian ini menggunakan IBM SPSS Statistics 24 untuk menguji homogenitas data dengan pengambilan kesimpulan dengan taraf signifikansi sebesar 0,05 diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 4. Uji homogenitas

Levene's Test of Equality of Error Variances ^a			
Dependent Variable: Tarik			
F	df1	df2	Sig.
1.160	8	18	.374
Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.			
a. Design: Intercept + Arus + Tekanan + Arus * Tekanan			

Cara untuk menginterpretasi uji *Levene statistic* adalah untuk menguji homogenitas data dengan membandingkan nilai signifikansi :

a) Apabila nilai Sig. > 0,05 maka data mempunyai varians yang sama atau sejenis.

b) Apabila nilai Sig. < 0,05 maka data tidak mempunyai varians yang sama atau tidak sejenis.

Pada hasil perhitungan uji homogenitas menunjukkan bahwa nilai *Lavene Statistics* = 1.160 dimana nilai signifikansi = 0,374 > 0,05. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa varians data sama (data homogen) sehingga uji *Two Way Anova* dapat dilakukan.

2) Hasil Uji Hipotesis

Uji hipotesis pada penelitian ini menggunakan uji Anova Dua Arah (*Two Way Anova*) yang merupakan salah satu jenis uji statistik parametrik yang bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata antara lebih dari dua kelompok data, berbeda dengan uji *One Way Anova* yang analisisnya hanya berlangsung satu arah yaitu antar perlakuan, maka pada uji *Two Way Anova* arah analisisnya berlangsung dua arah, yaitu antar perlakuan dan antar blok (grup). Tujuan dilakukan pengelompokan antar blok (grup) adalah agar diperoleh homogenitas yang tinggi antar perlakuan yang ditempatkan pada masing-masing blok (grup).

Cara untuk menginterpretasi uji *Two Way Anova* adalah dengan membandingkan nilai signifikansi:

- Apabila nilai sig. > 0,05 maka tidak terdapat pengaruh yang signifikan.
- Apabila nilai sig. < 0,05 maka terdapat pengaruh yang signifikan.

Tabel 5. Uji *two way anova*

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Tarik					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1456.705 ^a	8	182.088	7.611	.000
Intercept	29687.485	1	29687.485	1240.885	.000
Arus	850.912	2	425.456	17.783	.000
Tekanan	556.450	2	278.225	11.629	.001
Arus * Tekanan	49.344	4	12.336	.516	.025
Error	430.640	18	23.924		
Total	31574.830	27			
Corrected Total	1887.345	26			

a. R Squared = ,772 (Adjusted R Squared = ,670)

Dari tabel 5. menjelaskan hasil dari subjek-subjek yang kita teliti sesuai dengan faktor yang berbeda antar masing-masing variabel. Pada *Tests Of Between Subjects Effects* perlu digunakan karena untuk menguji sampel yang memiliki *mean* berbeda secara signifikan sebagai berikut:

1. Arus

Nilai F sebesar 17.783 dengan signifikansi 0.000 maka H_0 ditolak, karena nilai sig. 0.000 < 0.05 sehingga diputuskan ada pengaruh perbedaan variasi arus pada uji tarik.

2. Tekanan

Nilai F sebesar 11.629 dengan signifikansi 0.001 maka H_0 ditolak, karena nilai sig. 0.001 < 0.05 sehingga diputuskan ada pengaruh perbedaan variasi tekanan pada uji tarik.

3. Interaksi

Nilai F sebesar 0.516 dengan signifikansi 0.025 maka H_0 diterima, karena nilai sig. $0.025 < 0.05$ sehingga diputuskan tidak ada pengaruh yang signifikan karena nilai sig. $< 0,05$.

3) Hasil Uji Lanjut *Post Hoc*

Uji lanjut *Post Hoc* dalam penelitian ini menggunakan *Least Significance Difference (LSD)* pada aplikasi IBM SPSS Statistics 24. Pada uji ini data digunakan sebagai acuan untuk mengetahui variabel mana yang memiliki perbedaan yang signifikan. Di bawah ini adalah data yang dihasilkan dari uji LSD pada aplikasi IBM SPSS Statistics 24.

Tabel 6. Uji LSD arus

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Tarik						
LSD						
(I) Arus	(J) Arus	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
115 A	120 A	-8.067*	2.3058	.003	-12.911	-3.222
	130 A	13.678*	2.3058	.000	8.834	18.522
120 A	115 A	8.067*	2.3058	.003	3.222	12.911
	130 A	-5.611*	2.3058	.026	-10.455	-7.67
130 A	115 A	13.678*	2.3058	.000	8.834	18.522
	120 A	5.611*	2.3058	.026	7.67	10.455

Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 23,924.
*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Hipotesis yang akan diuji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) H_0 : Tidak ada pengaruh atau interaksi yang terjadi.

b) H_a : Ada pengaruh atau interaksi yang terjadi.

Adapun kriteria untuk uji *two way anova* dengan interaksi menggunakan metode LSD sebagai berikut:

a. Apabila nilai Sig. $> 0,05$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

b. Apabila nilai Sig. $< 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Pada tabel 6 tersebut dapat dilihat bahwa pengaruh antara variasi arus 115 A dengan arus 120 A didapatkan nilai mean = -8.067 dimana pada nilai signifikansi = $0.003 < 0,05$ maka pengaruh bersifat signifikan. Pengaruh antara variasi arus 115 A dengan arus 130 A didapatkan nilai mean = -13.678 dimana pada nilai signifikansi = $0.000 < 0,05$ maka pengaruh bersifat signifikan. Pengaruh antara variasi arus 120 A dengan arus 115 A didapatkan nilai mean = 8.067 dimana pada nilai signifikansi = $0.003 < 0,05$ maka pengaruh bersifat signifikan. Pengaruh antara variasi arus 120 A dengan arus 130 A didapatkan nilai mean = -5.611 dimana pada nilai signifikansi = $0.026 < 0,05$ maka pengaruh bersifat signifikan. Pengaruh antara variasi 130 A dengan arus 115 A didapatkan nilai mean = 13.678 dimana pada nilai signifikansi = $0,000 < 0,05$ maka pengaruh bersifat signifikan. Pengaruh antara variasi 130 A dengan arus 120 A didapatkan nilai mean = 5.611 dimana pada nilai signifikansi = $0,026 < 0,05$ maka pengaruh bersifat signifikan.

Dari hasil pengujian ini dapat dilihat bahwa diantara perlakuan – perlakuan tersebut pengaruh yang bersifat signifikan terjadi pada 130 A dengan arus 115 A dengan pengaruh rata – rata paling besar yaitu 13.678. Hal ini sesuai dengan hasil pengujian pada tabel 4.3 bahwa arus 115 A memiliki rata – rata nilai kekuatan tarik rendah sebesar 25.91 dan arus 130 A memiliki rata – rata nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 39.58, yang berarti bahwa arus 115 A memiliki rata – rata nilai kekuatan tarik paling rendah dan arus 130 A memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi.

Hipotesis yang akan diuji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) H_0 : Tidak ada pengaruh atau interaksi yang terjadi.

b) H_a : Ada pengaruh atau interaksi yang terjadi.

Adapun kriteria untuk uji *two way anova* dengan interaksi menggunakan metode LSD sebagai berikut:

a. Apabila nilai Sig. > 0,05, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

b. Apabila nilai Sig. < 0,05, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Pada tabel 7 tersebut dapat dilihat bahwa pengaruh antara variasi tekanan 8 liter/menit dengan tekanan 10 liter/menit didapatkan nilai mean = -4.700 dimana pada nilai signifikansi = 0.056 > 0,05 maka tidak berpengaruh yang signifikan. Pengaruh antara variasi tekanan 8 liter/menit dengan tekanan 12 liter/menit didapatkan nilai mean = -11.078 dimana pada nilai signifikansi = 0.000 < 0,05 maka berpengaruh yang signifikan. Pengaruh antara variasi tekanan 10 liter/menit dengan tekanan 8 liter/menit didapatkan nilai mean = 4.700 dimana pada nilai signifikansi = 0.056 > 0,05 maka tidak berpengaruh yang signifikan. Pengaruh antara tekanan 10 liter/menit dengan tekanan 12 liter/menit didapatkan nilai mean = -6.378 dimana pada nilai signifikansi = 0.013 < 0,05 maka berpengaruh yang signifikan. Pengaruh antara tekanan 12 liter/menit dengan tekanan 8 liter/menit didapatkan nilai mean = 11.078 dimana pada nilai signifikansi = 0.000 < 0,05 maka berpengaruh yang signifikan. Pengaruh antara variasi tekanan 12 liter/menit dengan tekanan 10 liter/menit didapatkan nilai mean = 6.378 dimana pada nilai signifikansi = 0.013 < 0,05 maka berpengaruh yang signifikan.

Tabel 7. Uji LSD tekanan

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Tarik						
LSD						
(I) Tekanan	(J) Tekanan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
8	10	-4.700	2.3058	.056	-9.544	.144
	12	-11.078*	2.3058	.000	-15.922	-6.234
10	8	4.700	2.3058	.056	-.144	9.544
	12	-6.378*	2.3058	.013	-11.222	-1.534
12	8	11.078*	2.3058	.000	6.234	15.922
	10	6.378*	2.3058	.013	1.534	11.222

Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = 23,924.
*. The mean difference is significant at the .05 level.

Dari hasil pengujian ini dapat dilihat bahwa diantara perlakuan – perlakuan tersebut pengaruh yang bersifat signifikan terjadi pada tekanan 12 liter/menit dengan tekanan 8 liter/menit dengan pengaruh rata – rata paling besar yaitu 11.078. Hal ini sesuai dengan hasil pengujian pada tabel 4.3 bahwa tekanan 8 memiliki rata – rata nilai kekuatan tarik paling rendah sebesar 37.900 dan tekanan 12 liter/menit memiliki rata – rata nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 38.978, yang berarti bahwa tekanan 8 liter/menit memiliki nilai kekuatan tarik paling rendah dan tekanan 12 liter/menit memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi kuat arus dapat mempengaruhi nilai kekuatan tarik. Dari hasil uji lanjut *Post Hoc* didapatkan bahwa masing - masing variasi kuat arus memiliki pengaruh. Variasi arus 115 A dengan arus 120 A memperlihatkan pengaruh yang signifikan ditunjukkan dengan nilai *mean difference* sebesar -8.067. Pada variasi arus 115 A dengan arus 130 A memperlihatkan pengaruh yang signifikan ditunjukkan dengan nilai *mean difference* sebesar -13.678.

Pada variasi arus 120 A dengan arus 130 A memperlihatkan pengaruh yang signifikan ditunjukkan dengan nilai *mean difference* sebesar -5.611. Variasi 130 A dengan arus 115 A memperlihatkan pengaruh yang signifikan ditunjukkan dengan nilai *mean difference* sebesar 13.678. Variasi 130 A dengan arus 120 A memperlihatkan pengaruh yang signifikan ditunjukkan dengan nilai *mean difference* sebesar 5.611.

Dari hasil pengujian ini dapat dilihat bahwa diantara perlakuan – perlakuan tersebut pengaruh yang bersifat signifikan terjadi pada 130 A dengan arus 115 A dengan pengaruh rata – rata paling besar yaitu 13.678. Hal ini sesuai dengan hasil pengujian pada tabel 4.3 bahwa arus 115 A memiliki rata – rata nilai kekuatan tarik rendah sebesar 25.91 dan arus 130 A memiliki rata – rata nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 39.58, yang berarti bahwa arus 115 A memiliki rata – rata nilai kekuatan tarik paling rendah dan arus 130 A memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi arus yang diberikan maka semakin besar nilai kekuatan tarik yang dihasilkan.

Hasil dari penelitian ini sesuai dengan kesimpulan pada penelitian yang dilakukan oleh Saputra (2017) yang terbukti bahwa semakin besar kuat arus yang digunakan maka semakin besar pula kekuatan tariknya. Hal ini dapat terjadi karena semakin besar arus yang digunakan maka pengcampuran elektromagnetik pada kawat las akan meningkat, arus yang lebih tinggi cenderung menghasilkan penetrasi yang lebih dalam dan luas daerah lasn sempit.

Peningkatan arus akan menyebabkan meningkatnya kecepatan masukan panas maksimum ke daerah lasan di bawah pusat busur dan juga memperluas distribusi masukan panas. Selain itu, peningkatan arus pada pengelasan

juga mengakibatkan masukan panas yang meningkat pada kampuh las dan akan menurunkan kecepatan pendinginan pada logam las yang berpengaruh terhadap struktur dan mekanis yang terbentuk (Asrul, 2018).

Pada penelitian ini uji Anova dilakukan untuk menguji hipotesis atau dugaan sementara yang ada pada penelitian ini. Sebelum itu data harus melalui uji persyaratan terlebih dahulu berupa uji normalitas dan homogenitas. Dari hasil uji persyaratan didapati data berdistribusi normal dan bersifat homogen, maka analisis anova dapat dilakukan. Uji anova dilakukan untuk melihat apakah terdapat pengaruh variasi kuat arus 115 A, 120 A, dan 130 A terhadap kekuatan tarik pada pengelasan MIG pembuatan *front chasis* mobil listrik.

Berdasarkan uji yang telah dilakukan bahwa terdapat pengaruh variasi kuat arus 115 A, 120 A, dan 130 A terhadap kekuatan tarik pada pengelasan MIG pembuatan *front chasis* mobil listrik. Pengaruh yang timbul yaitu adanya perbedaan besar nilai kekuatan tarik yang terjadi pada masing – masing spesimen uji. Perbedaan nilai kekuatan tarik yang terjadi diakibatkan karena variasi kuat arus yang diberikan berbeda beda pada proses pengelasan mig.

Dari hasil uji lanjut *Post Hoc* didapatkan bahwa masing - masing variasi tekanan dapat mempengaruhi nilai kekuatan tarik. Variasi tekanan 8 liter/menit dengan tekanan 10 liter/menit memperlihatkan pengaruh yang tidak signifikan ditunjukkan dengan nilai *mean difference* sebesar - 4.700. Pada variasi tekanan 8 liter/menit dengan tekanan 12 liter/menit memperlihatkan pengaruh yang signifikan ditunjukkan dengan nilai *mean difference* sebesar -11.078. Pada variasi tekanan 8 liter/menit dengan tekanan 10 liter/menit memperlihatkan pengaruh yang tidak signifikan ditunjukkan dengan nilai *mean difference* sebesar 4.700. Variasi tekanan 10 liter/menit dengan

tekanan 12 liter/menit memperlihatkan pengaruh yang signifikan ditunjukkan dengan nilai *mean difference* sebesar 6.378. Variasi tekanan 12 liter/menit dengan tekanan 8 liter/menit memperlihatkan pengaruh yang signifikan ditunjukkan dengan nilai *mean difference* sebesar 11.078. Variasi tekanan 12 liter/menit dengan tekanan 10 liter/menit memperlihatkan pengaruh yang signifikan ditunjukkan dengan nilai *mean difference* sebesar 6.378.

Dari hasil pengujian ini dapat dilihat bahwa diantara perlakuan – perlakuan tersebut pengaruh yang bersifat signifikan terjadi pada tekanan 12 liter/menit dengan tekanan 8 liter/menit dengan pengaruh rata – rata paling besar yaitu 11.078. Hal ini sesuai dengan hasil pengujian pada tabel 4.3 bahwa tekanan 8 liter/menit memiliki rata – rata nilai kekuatan tarik paling rendah sebesar 37.900 dan tekanan 12 liter/menit memiliki rata – rata nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 38.978, yang berarti bahwa tekanan 8 liter/menit memiliki nilai kekuatan tarik paling rendah dan tekanan 12 liter/menit memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan maka semakin besar nilai kekuatan tarik yang dihasilkan.

Pada penelitian ini uji Anova dilakukan untuk menguji hipotesis atau dugaan sementara yang ada pada penelitian ini. Sebelum itu data harus melalui uji persyaratan terlebih dahulu berupa uji normalitas dan homogenitas. Dari hasil uji persyaratan didapati data berdistribusi normal dan bersifat homogen, maka analisis anova dapat dilakukan. Uji anova dilakukan untuk melihat apakah terdapat pengaruh variasi tekanan 8 liter/menit, 10 liter/menit, dan 12 liter/menit terhadap kekuatan tarik pada pengelasan MIG pembuatan front chasis mobil listrik.

Berdasarkan uji yang telah dilakukan bahwa terdapat pengaruh variasi tekanan 8 liter/menit, 10 liter/menit, 12 liter/menit terhadap kekuatan tarik pada pengelasan MIG pembuatan *front chasis* mobil listrik. Pengaruh yang timbul yaitu adanya perbedaan besar nilai kekuatan tarik yang terjadi pada masing – masing spesimen uji. Perbedaan nilai kekuatan tarik yang terjadi diakibatkan karena variasi kuat arus yang diberikan berbeda beda pada proses pengelasan MIG.

Hasil dari penelitian menunjukkan variasi arus 130 A dan tekanan 12 liter/menit menghasilkan nilai kekuatan tarik sebesar 47.96 kg/mm² maka dapat disimpulkan untuk menghasilkan nilai kekuatan tarik yang maksimal dibutuhkan tekanan yang tinggi dan arus yang tinggi. Sedangkan pada variasi 115 A dan tekanan 8 liter/menit menghasilkan nilai kekuatan tarik sebesar 21.93 kg/mm² maka dapat disimpulkan bahwa arus yang rendah dan tekanan yang rendah menghasilkan nilai kekuatan tarik yang rendah

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat dihasilkan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Ada pengaruh variasi kuat arus terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) pembuatan *front chasis* mobil listrik dengan bahan ST 60. Berdasarkan data hasil uji nilai kekuatan tarik dengan variasi kuat arus 115 A, 120 A, 130 A disimpulkan bahwa semakin besar kuat arus yang digunakan, nilai kekuatan tarik semakin tinggi, dan sebaliknya.
2. Ada pengaruh tekanan gas pelindung terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) pembuatan *front chasis* mobil listrik dengan bahan ST 60. Berdasarkan data hasil uji nilai kekuatan tarik dengan variasi tekanan gas disimpulkan bahwa semakin besar tekanan gas yang digunakan, nilai kekuatan tarik semakin tinggi, dan sebaliknya.

3. Ada interaksi yang signifikan antara kuat arus dengan tekanan gas pelindung yang berpengaruh terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) pembuatan *front chasis* mobil listrik dengan bahan ST 60. Hasil dari penelitian menunjukkan variasi arus 130 A dan tekanan 12 menghasilkan nilai kekuatan tarik sebesar 47.96 kg/mm² maka dapat disimpulkan untuk menghasilkan nilai kekuatan tarik yang maksimal dibutuhkan tekanan yang tinggi, arus yang tinggi dan dibutuhkan beberapa variasi yang diperlukan untuk mendapatkan hasil interaksi yang lebih signifikan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Asrul., Kusno, Kamil., dan Muhammad, Halim, Asiri. (2018). "analisis kekuatan sambungan las *metal inert gas* (MIG) pada logam aluminium paduan AA6063 dengan variasi kuat arus listrik". Teknik Mesin Universitas Muslim Indonesia Makasar. 27-32
- Saputra, Adrian, Dwi. 2017. "Pengaruh Kuat Arus Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan MIG Aluminium Tipe 5052". Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Skripsi.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Wiryosumarto, Harsono., dan Okumura, Toshie. 2004. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Prandya Paramita.