

ANALISIS KEKUATAN TARIK SAMBUNGAN PLAT ALUMINIUM AA 5083 PADA PROSES SPOT WELDING

Sobron Yamin Lubis¹, Sofyan Djamil², Rosehan³, Harley Anugrah⁴, Kevin Raynaldo⁵

^{1, 2, 3, 4, 5}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, Jakarta
Email: sobronl@ft.untar.ac.id

Masuk: 19-09-2021, revisi: 06-04-2022, diterima untuk diterbitkan: 30-10-2022

ABSTRAK

Las titik (*spot welding*) merupakan salah satu cara pengelasan resistansi listrik di mana dua atau lebih lembaran logam di jepit di antara dua elektroda dan pada saat yang bersamaan arus listrik di alirkan sehingga permukaan material mencapai temperatur pengelasan kemudian material bersatu. Penelitian di laksanakan bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik sambungan plat aluminium 5083 pada proses *spot welding*. Penelitian di lakukan secara eksperimen, adapun bahan plat yang di sambung adalah aluminium AA 5083 yang memiliki ketebalan 1 mm. Sebelum pengelasan di lakukan, maka di tentukan terlebih dahulu variasi parameter yaitu arus pengelasan yang terdiri dari 1,75 V, 2,20 V, 2,28 V dan waktu pengelasan selama 1 s, 1,5 s, 2 s. Proses *spot welding* di lakukan memvariasikan parameter tersebut, dengan bentuk sambungan adalah tumpang tindih. setelah proses penyambungan, kemudian spesimen di lakukan pengujian kekuatan sambungan melalui uji tarik. Hasil penelitian di peroleh bahwa jika tegangan arus listrik semakin besar di gunakan, maka semakin besar daya listriknya, dan semakin lama waktu pengelasan maka daya listrik yang di gunakan semakin besar.

Kata kunci: *Spot welding*, kekuatan tarik, aluminium AA 5083

ABSTRACT

Spot welding is a method of electrical resistance welding in which two or more metal sheets are clamped between two electrodes and at the same time an electric current is applied so that the surface of the material reaches the welding temperature and then the material is fused. The purpose of the study was to determine the tensile strength of the 5083 aluminum plate connection in the spot welding process. This research was carried out experimentally as for the plate material that is connected is aluminum AA 5083 which has a thickness of 1 mm. Before welding is carried out, it is necessary to determine the variation of parameters, namely the welding current of 1.75 volts, 2.20 volts, 2.28 volts and the welding time for 1 second, 1.5 seconds, and 2 seconds. The spot welding process is carried out by varying these parameters, with the shape of the connection that occurs is overlapping. After the splicing process, then the specimen is tested for connection strength through a tensile. From the results of the study, it was obtained that the greater the electric current used, the greater the electric power used and it can be seen that the longer the welding time, the greater the electric power used.

Keywords: *Spot welding, tensile strength, AA 5083. aluminum*

1. PENDAHULUAN

Pengelasan adalah suatu proses penggabungan antara dua logam atau lebih yang menggunakan energi panas. Sesuai dengan perkembangan teknologi pengelasan maka setiap perusahaan manufaktur di tuntutan untuk meningkatkan mutu dan kualitas produksinya agar dapat bersaing dengan banyak perusahaan. Teknik pengelasan yang di gunakan saat ini ada bermacam-macam di sesuaikan dengan jenis logam yang akan di las, hasil akhir lasan yang di inginkan dan dimensi logam yang akan di las, salah satu adalah las titik.

Selama pengelasan berlangsung, logam las dan daerah pengaruh panas atau *heat affected zone* (HAZ) akan mengalami serangkaian siklus *thermal*, yaitu pemanasan sampai mencapai suhu maksimum kemudian di ikuti dengan pendinginan. Siklus *thermal* tersebut mempengaruhi struktur mikro logam las dan HAZ, di mana logam las akan mengalami serangkaian transformasi fasa selama proses pendinginan, yaitu dari logam las cair berubah menjadi *Ferit- δ* kemudian *γ* (*Austenit*) dan akhirnya menjadi *α* (*Ferrit*). (Setiawan, 2006) & (Vlack 2001).

Pengelasan *resistance spot welding* (las titik) muncul seiring dengan murah dan mudahnya energi listrik di pergunakan. Teknologi pengelasan tidak hanya di gunakan untuk memproduksi suatu alat tetapi pengelasan juga berfungsi sebagai reparasi dari semua alat-alat yang terbuat dari logam. Pengelasan titik (*resistance spot welding*) adalah suatu bentuk pengelasan di mana tahanan suatu las di hasilkan pada suatu titik benda kerja di antara elektroda-elektroda penghantar arus, las akan mempunyai luas yang kira-kira sama dengan ujung elektroda, atau sekecil ujung elektroda dari ukuran yang berbeda-beda. (Wirjosumarto, 2004).

Mengikuti nilai *standard internal* tergantung pada kriteria kualitas penerimaan dan juga elektroda pengelasan yang di bentuk. Menentukan arus listrik proses untuk mengontrol jumlah panas yang di hasilkan dalam transformasi energi listrik menjadi panas pada material yang akan di las. Variabel proses utama adalah: tekanan elektroda (gaya), arus listrik, siklus pengelasan (waktu), dan jenis *output* peralatan listrik. (Batista, 2013).

Penelitian tentang pengelasan antara material aluminium (AA1100) dengan baja (Zr705 Alloy) sudah pernah di lakukan dengan metode *friction welding*, dalam penelitian tersebut menyatakan bahwa untuk pengelesan dengan metode *friction welding* antara AA1100 dan Zr705 Alloy , *forging pressure* harus 1,25 kali dari *friction pressure* .(Reddy.2017) & (Rahmi (2019). Pada penelitian Xu (2018). menunjukkan bahwa *refill friction stir spot welding* (RFSSW) digunakan untuk mengelas 5083-O alloy setebal 2 mm. Desain eksperimental *Box-Behnken* yang di gunkan untuk menunjukan efek dari parameter pengelasan hasilnya menunjukkan bahwa permukaan lekukan 0,3 mm efektif menghilangkan cacat pengelasan. Sifat *fatigue* pada *resistance spot welding* (RSWs) yang di hasilkan antara aluminium tempa AA6022T4 dengan baja IF dengan ketebalan 2 mm dengan konfigurasi regangan dan hasil kulit pengelasan. Hasilnya di bandingkan dengan lasan titik yang terbuat dari tebal 1,2 mm dan 2,00 mm AA6022T4 dan di simpulkan bahwa *fatigue* keseluruhan dari *shear pull-up* AA6022-T4 ke IF *stuck-up* jauh lebih besar dari pada tumpukan AA6022-T4 hingga AA6022-T4 (Rao, 2018).

Dalam kehidupan sehari-hari aluminium dapat di gunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan body mobil dan kapal. Aluminium memiliki keunggulan berupa masa jenis yang lebih kecil, sehingga aluminium lebih ringan dari pada besi. Ada beberapa jenis mobil yang sudah menggunakan aluminium sebagai bahan baku dari pembuatan body mobil. Sebelum di lakukan pembuatan body mobil secara umum harus di lakukan pengujian kekuatan dari aluminium setelah di las. Metode pengelasan yang di gunakan yaitu, pengelasan titik. Pada saat proses pengelasan berlangsung, seringkali terjadi distorsi pada logam Aluminium benda kerja yang di teliti. Penelitian yang di lakukan oleh Lubis S.M (2020) menyatakan bahwa peningkatan waktu tekan pengelasan dan diameter electrode memberi dampak terhadap peningkatan *shear tensile stress*.

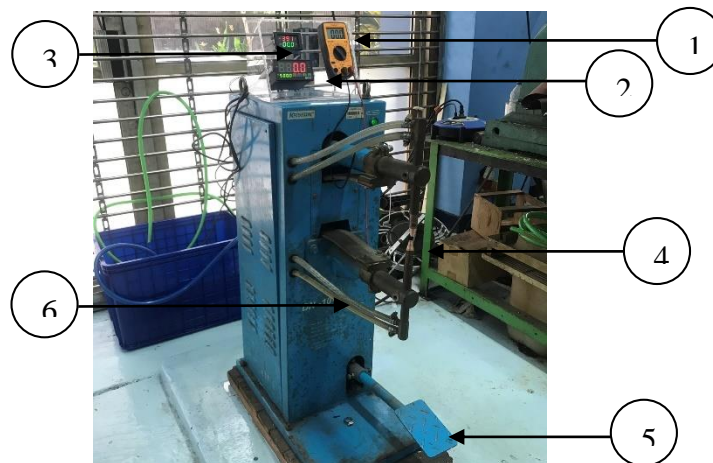
Pada penelitian ini, proses pengelasan titik dilakukan terhadap benda kerja logam aluminium AA 5083. Aluminium paduan seri 5xxx (Al-Mg) banyak di gunakan di industri perkapalan. Salah satu dari kelompok aluminium seri 5xxx yang banyak di gunakan adalah aluminium paduan AA5083 yang merupakan paduan Al- (4- 5,5%)Mg (Habibi, 2015) & (Surdia, 2000). Aluminium seri 5xxx khususnya 5083 memiliki kekuatan tarik tinggi, ketangguhan yang baik pada temperatur *kriogenik* (dibawah 0 °C), sifat mampu las (*weldability*) yang baik, tahan terhadap korosi bahkan pada kondisi lingkungan air laut (Mandall, 2005) & Beumer (1994), sehingga banyak di aplikasikan pada konstruksi kapal, bejana tekan (*pressure vessel*) pada kapal, kapal berkecepatan tinggi dan pelat pada lambung kapal.

Berdasarkan penelitian yang di lakukan oleh Purwaningrum (2014) bahwa struktur mikro hasil pengelasan relatif sama untuk semua variasi hasil pengelasan yaitu berupa *ferit* dan *perlit* pada logam induk. Untuk daerah HAZ struktur mikro yang terbentuk adalah *ferit* dan *perlit* tetapi ukurannya lebih kecil. *Ferit* adalah struktur mikro yang berwarna terang sedangkan *perlit* berwarna lebih gelap. (Achmad, 2001).

Maka dari itu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi waktu dan tegangan arus listrik pada saat proses *spot welding* untuk mendapatkan kekuatan tarik sambungan aluminium yang diharapkan.

2. METODE PENELITIAN

Guna mencapai objektif dari penelitian ini maka dilakukan eksperimental dengan mesin *spot welding* sebagai mana yang di tunjukkan pada Gambar.1.

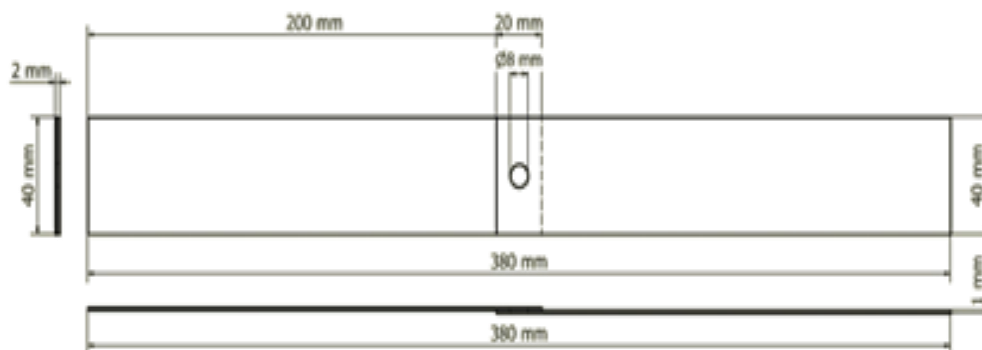


Gambar 1. Mesin *Spot Welding*

Keterangan:

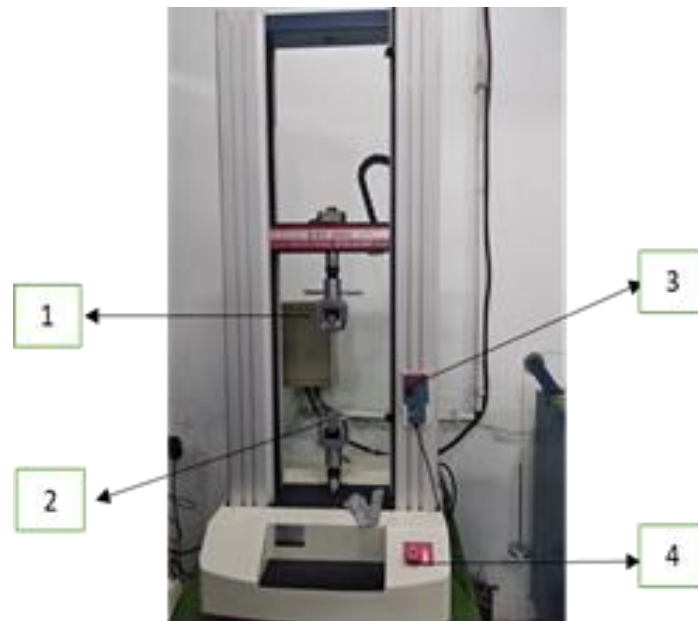
- | | |
|------------------------------|------------------------------------|
| 1. Multi Tester | 4. Elektroda |
| 2. <i>Force Gauge</i> | 5. Tuas Penekan |
| 3. Voltmeter dan Amperemeter | 6. Pipa Sirkulasi Cairan Pendingin |

Bahan yang di gunakan adalah aluminium 5083 dengan dimensi sebagai berikut



Gambar 2. Dimensi Spesimen Plat Aluminium 5083

Spesimen yang telah di las titik dilakukan uji tarik untuk mengukur kekuatan tarik sambungan. Pada pengujian ini kedua bagian pelat di jepit ragum datar dan di lakukan penarikan.



Gambar 3. Alat uji Tarik

Keterangan:

1. Rahang penarik
2. Rahang tetap
3. Pengatur Gaya
4. Tombol power / Emergency Stop

Pengujian fisik lain yang di lakukan dengan pengamatan struktur mikro dengan menggunakan mikroskop digital.



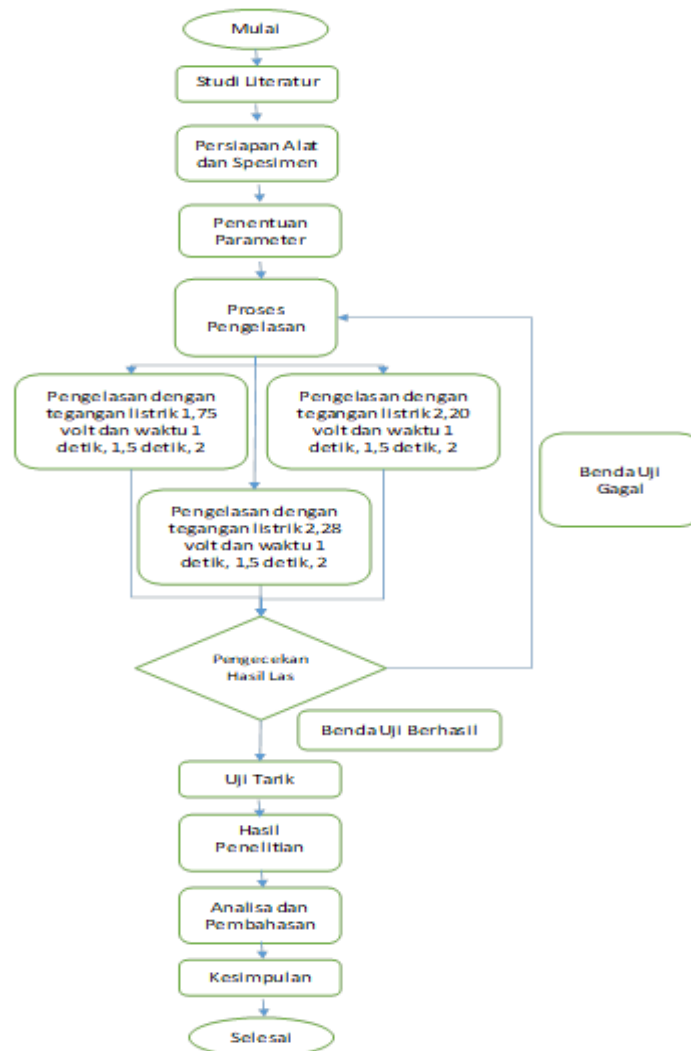
Gambar 4. Mikroskop Digital

Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang di lakukan antara lain : melakukan studi literatur untuk mengetahui perkembangan tentang kajian yang telah di lakukan dan metode-metode terkait. Kemudian melakukan persiapan terhadap mesin, peralatan dan bahan benda kerja. Menentukan parameter pengelasan yang akan di lakukan. Selanjutnya benda kerja di letakkan pada mesin spot welding dan melakukan proses pengelasan. Pada proses ini di lakukan dengan variasi tegangan listrik 1.75, 2.20, dan 2.28 v, waktu pengelasan 1, 1.5 dan 2 s. untuk masing-masing kombinasi tersebut menggunakan specimen aluminium yang berbeda. Setiap kali selesai pengelasan di lakukan pengecekan terhadap sambungan yang di hasilkan. Selanjutnya specimen di lakukan uji

Tarik untuk mendapatkan nilai kekuatan Tarik. Data nilai tersebut kemudian di analisis dan di buat kesimpulan terhadap hasil pengujian specimen tersebut.

Proses eksperimen disampaikan pada Gambar 5.



Gambar 5. *Flowchart* Proses Eksperimen

3. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian yang telah di lakukan. berikut di sampaikan nilai yang di peroleh pada setiap parameter pengelasan yang digunakan :

Tabel 1. Hasil Pengelasan Tegangan Arus 1.75 V

No	Gaya Tekan (N)	Tegangan (V)		Waktu Las (s)	Listrik Masuk ke Mesin Spot Welding		Rata-Rata Total		Daya Listrik (W)
		In	out		V	A	V	A	
1	300	1,75	0,06	1	383	12,5	382	13,44	5134,08
2			0,05		382	11,5			
3			0,06		383	17,1			

4			0,06		381			
5			0,06		381	14,2		
6			0,06		383	10,8		
7			0,06		382	14,2		
8	300	1,75	0,05	1,5	380	13,3	382	15,1 2
9			0,06		383	15,5		
10			0,07		382	21,8		
11			0,06		383	14,7		
12			0,07		385	19,8		
13	300	1,75	0,06	2	384	17,7	384, 2	18
14			0,07		385	21,1		5775,8 4
15			0,06		384	16,7		6915,6

Proses pengelasan percobaan pertama di lakukan dengan tegangan arus listrik sebesar 1,75 volt dengan variasi waktu pengelasan dari 1 detik, 1,5 detik, dan 2 detik. Pengelasan yang di lakukan dengan gaya penekanan 300 N = konstan sehingga plat dapat menempel dengan baik. Dari hasil pengelasan pertama dengan arus tegangan in 1,75 volt dan variasi waktu yang di gunakan menunjukkan adanya kenaikan nilai rata-rata volt dan ampere yang di dapat.

Tabel.2 Hasil Pengelasan Tegangan Arus 2.20 V

pengelasan pada percobaan kedua di lakukan dengan tegangan arus listrik sebesar 2,20 volt dengan variasi waktu pengelasan dari 1 detik, 1,5 detik, dan 2 detik. Pengelasan yang di lakukan dengan gaya penekanan 300 N = konstan sehingga plat dapat menempel dengan baik. Dari hasil pengelasan pertama dengan arus tegangan in 2,20 volt dan variasi waktu yang di gunakan menunjukkan adanya kenaikan nilai rata-rata volt dan ampere yang di dapat.

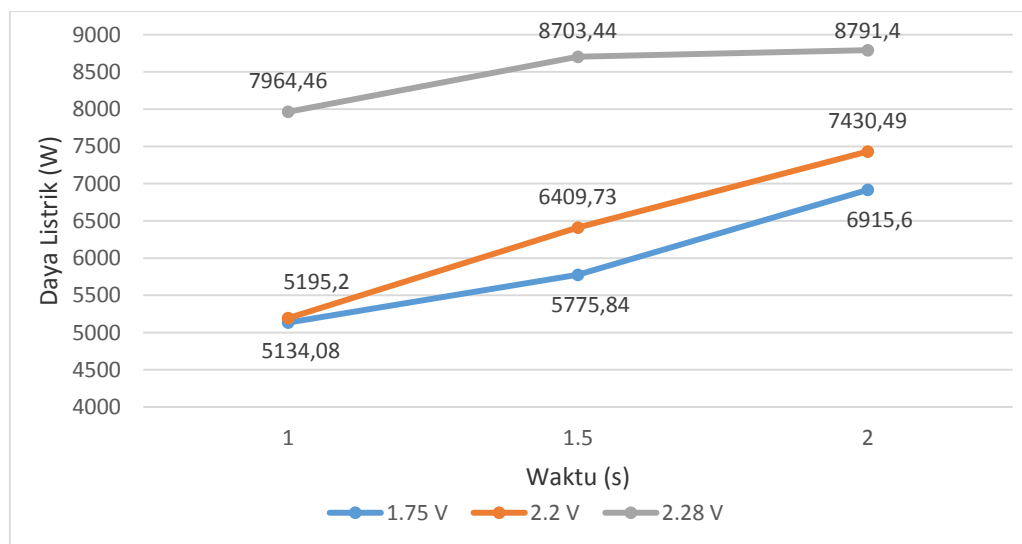
Tabel 3. Nilai Hasil Pengelasan Tegangan Arus 2.28 V

No	Gaya Tekan (N)	Tegangan (V)		Waktu Las (s)	Listrik Masuk ke Mesin Spot Welding		Rata-rata Total		Daya Listrik (W)
		in	Out		V	A	V	A	
1			0,07		386	20,6			
2			0,08		387	21,5			
3	300	2,28	0,07	1	388	20,3	387	20,58	7964,46
4			0,08		386	21			
5			0,07		388	19,5			
6			0,07		387	20,4			
7			0,08		390	24,5			
8	300	2,28	0,07	1,5	389	22,3	388,2	22,42	8703,44
9			0,08		388	24,4			
10			0,07		387	20,5			
11			0,07		388	22,2			
12			0,08		390	23,4			
13	300	2,28	0,07	2	390	23,6	389	22,6	8791,4
14			0,07		389	22,6			
15			0,07		388	21,2			

Berdasarkan dari hasil proses pengelasan dengan variasi waktu dan tegangan arus listrik berpengaruh terhadap hasil dari pengelasan *spot welding* yang di dapatkan. Semakin tinggi tegangan arus listrik yang digunakan dalam pengelasan maka akan menghasilkan rata-rata volt dan ampere yang semakin meningkat, sebaliknya semakin rendah tegangan arus listrik yang di gunakan dalam pengelasan maka akan menghasilkan rata-rata volt dan ampere yang semakin kecil. Pada tabel hasil pengelasan di atas terdapat daya pengelasan di mana untuk mencari data daya pengelasan tersebut maka di gunakan persamaan sebagai berikut:

$(\text{Volt} \times \text{Ampere}) = \text{VA (Volt Ampere)}$
Contoh pada 1,75 V dengan waktu 1 s :
 $(382 \times 13,44) = 5134,08 \text{ VA}$

Apabila data Volt dan Ampere telah di hitung dengan menggunakan rumus di atas, maka selanjutnya dapat di lihat pengaruh waktu terhadap daya listrik seperti pada Gambar.6



Gambar .6 Pengaruh Waktu Terhadap Daya Listrik

Berdasarkan Gambar.6, daya listrik pada tegangan arus listrik 1,75 V, waktu 1 s, 5134,08 N , waktu 1,5 s, 5775,84 N dan waktu 2 s, 6915,6 N. Daya listrik pada tegangan arus listrik 2,20 V, waktu 1 s. 5195,2 N, waktu 1,5 s, 6409,73 N, dan waktu 2 s, 7430,49 N. Daya listrik pada tegangan arus listrik 2,28 V, waktu 1 s, 7964,46 N, waktu 1,5 s, 8703,44 N, dan hasil terbesar di variasi waktu 2 s, 8791,4 N. Dari hasil yang di dapatkan tersebut dapat di lihat bahwa semakin besar tegangan arus listrik yang di gunakan maka semakin besar daya listrik yang di gunakan dan dapat dilihat juga semakin lama waktu pengelasan maka daya listrik yang di gunakan semakin besar.

4.SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah di lakukan maka dapat di buat kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar tegangan arus listrik yang di gunakan maka semakin besar daya listrik yang di gunakan dan dapat di lihat juga semakin lama waktu pengelasan maka daya listrik yang di gunakan semakin besar.
2. Variasi arus (I) dan waktu (dt) berpengaruh sangat signifikan terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan.

3. Arus dan waktu sangat berpengaruh terhadap panas yang di hasilkan pada saat proses pengelasan yang mengakibatkan sambungan las semakin kuat. Karena arus dan waktu berbanding lurus dengan waktu, semakin besar arus dan waktu maka kekuatan daya beban dukung tarik akan meningkat.

REFERENSI

- Achmad, H. (2001). *Kimia Unsur dan Radio Kimia*, Bandung: PT. Citra Aditya Bakti.
- Batista, M., & Brandi, S. D. (2013). Use of dynamic resistance and dynamic energy to compare two resistance spot welding equipment's for automotive industry in zinc coated and uncoated sheets. *American Journal of Engineering Research*, 2(6), 79-93.
- Beumer, B.J (1994). *Ilmu Bahan Logam, Jilid II*, cetakan Ke-2, Jakarta: PT. Bhratara.
- Habibi, M. L., & Ilman, M. N. (2015). Studi Metode Static Termal Tensioning (Stt) Untuk Meminimalkan Distorsi Las Mig Aluminium Aa5083 Dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Mekanis. *ReTII*.
- Lubis, S. M., & Erlely, S. (2020, December). Analysis of Welding Strength S45C Material in Spot Welding Process with Variations in Welding Press Time and Electrode Diameter. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1007, No. 1, p. 012061). IOP Publishing.
- Mandall, N.R (2005). *Aluminium welding*. Narosa Publishing House: Kharagpur India
- Purwaningrum, Y., Triyono, T., Koharto, K., & Suhartanto, A. (2014). Pengembangan Metode Stressed Sheeting Weld Pada Pengelasan Plat Berpenguat Dengan Variasi Temperatur Preheat. *Teknoin*, 20(1).
- Rahmi, M., Canra, D., Jaelane, B. L., & Fatkhurrohman, N. M. (2019, August). Analisis Pengaruh Spot Welding pada Material AA1100 dan Zr705 Alloy dengan Metode FEA. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 10, No. 1, pp. 576-580).
- Rao, H. M., Kang, J., Shi, L., Sigler, D. R., & Carlson, B. E. (2018). Effect of specimen configuration on fatigue properties of dissimilar aluminum to steel resistance spot welds. *International Journal of Fatigue*, 116, 13-21.
- Reddy, A. C. (2017). Evaluation of parametric significance in friction welding process of AA1100 and Zr705 alloy using finite element analysis. *Materials Today: Proceedings*, 4(2), 2624-2631.
- Setiawan, A., & Wardana, Y. A. Y. (2006). Analisa Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Daerah Las dan HAZ Hasil Pengelasan Sumerged Arc Welding pada Baja SM 490. *Jurnal teknik mesin*, 8(2), 57-63.
- Surdia, T., & Saito, S. (2000). Pengetahuan bahan teknik.
- Vlack, L. H. V. (2001). *Elemen-elemen ilmu dan rekayasa material*.
- Wiryosumarto, H. Toshie. (2004). *Teknologi Pengelasan Logam*.
- Xu, Z., Li, Z., Ji, S., & Zhang, L. (2018). Refill friction stir spot welding of 5083-O aluminum alloy. *Journal of Materials Science & Technology*, 34(5), 878-885.