p-ISSN 2502-4922,e-ISSN 2615-0867

PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS TITIK BEDA MATERIAL ANTARA ALUMINIUM DAN BAJA KARBON

Ahmadil Amin[1,a*], Muhammad Firman[2,b], Saifullah Arief[3,c], Muhammad Rizki[4,d]

[1,2,3,4]Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari

[a*]ahmadilamin718@gmail.com, [b]firmanuniska99@gmail.com, [c]saifullahariefs2@gmail.com, [d]muhammadrizki2@gmail.com

Abstrak

Kombinasi penggunaan material aluminium dan baja karbon dapat meningkatkan nilai ekonomis suatu alat/mesin. Untuk mendapatkan kualitas sambungan las titik yang baik antara Aluminium dan baja karbon, diperlukan metode pengelasan yang tepat sehingga diperoleh struktur nugget yang memiliki kekuatan sambungan yang terbaik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi arus listrik terhadap sifat mekanik sambungan las titik beda material antara aluminium dan baja karbon. Sifat mekanik yang dipelajari meliputi distribusi kekerasan dan kekuatan tarik. Variasi arus listrik yang digunakan adalah 60, 70, dan 80 A dengan waktu pengelasan 4 detik. Pengelasan titik dengan arus 80 A menghasilkan Kekerasan HAZ pada sisi baja karbon mengalami peningkatan ketika berdekatan dengan nugget untuk variasi arus listrik 70 dan 80 A karena HAZ mengalami pembesaran butir akibat suhu yang tinggi dan waktu pendinginan yang cukup cepat. Peningkatan arus listrik berkorelasi dengan peningkatan kekuatan tarik yang terjadi. Pengelasan titik dengan arus listrik 80 A mampu memberikan kekuatan tarik yang optimal.

Kata kunci : Arus listrik, Sifat mekanik, Las titik beda material, Aluminium, Baja karbon

Abstract

The combination of the use of aluminum and carbon steel materials can increase the economic value of a tool/machine. In order to get a good quality spot weld joint between aluminum and carbon steel, it is necessary to have the right welding method so that a nugget structure with the best joint strength is obtained. The purpose of this study was to determine the effect of variations in electric current on the mechanical properties of the material difference point welding joints between aluminum and carbon steel. The mechanical properties studied include the distribution of hardness and tensile strength. Variations of the electric current used are 60, 70, and 80 A with a welding time of 4 seconds. Spot welding with a current of 80 A resulted in an increase in the hardness of the HAZ on the carbon steel side when adjacent to the nugget for variations of electric current 70 and 80 A because HAZ experienced grain enlargement due to high temperatures and a fairly fast cooling time. The increase in electric current correlates with the increase in the tensile strength that occurs. Spot welding with an electric current of 80 A is able to provide optimal tensile strength.

***Keywords**: Electric current, Mechanical properties, material difference spot welding, Aluminum, Carbon steel.*

p-ISSN 2502-4922,e-ISSN 2615-0867

PENDAHULUAN

Aluminium dan baja karbon adalah dua jenis material yang banyak digunakan masyarakat secara luas. Aluminium banyak ditemukan penggunaannya pada alat pengolah makanan dan alat-alat kesehatan, sedangkan baja karbon telah digunakan secara umum untuk peralatan dan komponen mesin. Kedua bahan ini memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing. Aluminium unggul dalam hal kemampuan penggunaan dilingkungan yang mendukung terjadinya korosi. Sedangkan baja karbon unggul dari segi harga yang lebih murah dari pada harga Aluminium. Aluminium yang mahalnya harganya dapat kita kurangi penggunaannya dengan menyambungkan bahan lain, salah satunya dengan baja karbon. Pengelasan logam tidak sejenis merupakan proses penyambungan dua jenis logam yang berbeda dengan pengelasan. Pengelasan logam yang tidak sejenis mempunyai karakteristik yang berbeda satu dengan lainnya, sehingga proses pengelasan logam yang tidak sejenis memerlukan beberapa teknik pengelasan tersendiri [1].

Pengelasan titik membutuhkan panas yang cukup dalam waktu yang singkat untuk mencairkan daerah yang kontak dengan elektroda. Dibutuhkan arus listrik yang tepat sehingga menghasilkan panas yang cukup untuk mencairkan logam [2].

Arus listrik adalah parameter pengelasan yang memberikan pengaruh signifikan untuk mengontrol kekuatan sambungan las titik [3]. Semakin besar arus yang diberikan pada proses pengelasan titik collar muffler, maka semakin lebar hasil weld nugget yang dihasilkan sehingga kekuatan mekaniknya juga akan meningkat [4].

Semakin tinggi arus listrik yang digunakan, maka masukan panas yang terjadi juga semakin tinggi. Jika masukan panas yang diberikan cukup tinggi, maka laju pendinginan akan semakin lambat sehingga butirannya tumbuh menjadi lebih besar dan cenderung terjadi pembentukan fasa dendrit yang pada akhirnya menyebabkan penurunan kekuatan hasil lasan [5].

Tegangan ultimate lasan akan berada diatas tegangan ultimate plat baja karbon rendah dan tegangan ultimate plat stainless steel. Ditinjau terhadap perubahan kekerasan pada daerah HAZ plat baja karbon rendah, menunjukkan terjadinya trend kenaikan kekerasan dari perubahan pengaturan ampere las pada pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) dari 45A sampai 65A [6].

Peningkatan arus las dan waktu pengelasan meningkatkan ukuran nugget dan kekuatan las [7]. Kekuatan geser tarik (TSS) meningkat dengan peningkatan arus pengelasan serta waktu pengelasan karena lebih banyak panas yang dihasilkan pada antarmuka. Namun, nilai yang berlebihan dari keduanya mengakibatkan keluarnya material las yang secara signifikan mengubah diameter nugget dan menyebabkan penurunan TSS. Lebih-lebih lagi, mode kegagalan diubah dari mode kegagalan antarmuka (IF) ke mode kegagalan tarik-keluar (PF) pada nilai arus dan waktu pengelasan yang lebih tinggi [8].

Untuk mendapatkan kualitas sambungan las titik yang baik antara Aluminium dan baja karbon, diperlukan metode pengelasan yang tepat sehingga diperoleh struktur nugget yang memiliki kekuatan sambungan yang terbaik. Penggunaan arus listrik akan berhubungan dengan masukan panas dan laju pendinginan, selanjutnya akan mempengaruhi struktur mikro, kekerasan, serta kekuatan tarik yang terjadi pada nugget las titik.

Dengan pengaturan arus listrik yang tepat, akan diperoleh sambungan las yang memiliki nugget las dengan struktur mikro dan distribusi kekerasan

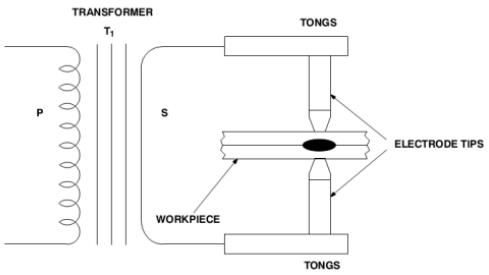
p-ISSN 2502-4922,e-ISSN 2615-0867

yang memberikan kekuatan tarik optimal. Oleh karenanya dirasa sangat penting untuk mempelajari pengaruh variasi struktur mikro dan sifat mekanik las titik beda material antara aluminium dan baja karbon.

TINJAUAN PUSTAKA

Las Titik / Resistance Spot Welding (RSW)

Adalah metode pengelasan yang paling sering digunakan untuk penyambungan plat (sheet metal). Dimana material logam yang akan disambung ditekan satu sama lain pada saat yang bersamaan arus listrik yang besar dialirkan oleh kedua elektroda melewati kedua permukaan material yang berhimpit sehingga timbul panas dan mencair karena adanya tahanan/resistensi pada permukaaan tersebut. Tekanan diberikan untuk memberikan kontak pada kedua permukaan, setelah arus dialirkan dan temperatur yang tinggi telah tercapai maka logam mencair kemudian arus listrik dihentikan sedangkan tekanan tetap diberikan pada kedua permukaan untuk menggabungkan dua buah logam.



Gambar 1. Las Resistensi Listrik (Resistance Welding) [9]

Panas yang tinggi akibat besarnya arus yang mengalir mengakibatkan ujung komponen yang berhimpit (ujung kontak) akan meleleh dan menyatu akibat besarnya energi panas/kalor yang dapat mencairkan logam. Ketiga faktor tersebut dapat ditinjau dari rumus total heat input yang dihasilkan yaitu :

$$H = I^2 .R.t$$

Dimana :
H : Total *Heat Input (joule)*
I : Arus listrik (Ampere)
t : Waktu pengelasan (detik)

Besarnya Arus yang digunakan pada pengelasan Spot Welding antara 4-20 kA, tergantung pada jenis material yang akan dilas dan ketebalan plat. Untuk waktu pengelasan dalam pengelasan Resistensi Listrik terdiri dari 3 waktu yaitu : [10].

1. Set-Up Time (Pre-welding Squeeze Time)
2. Welding Time (Current Time)
3. Holding Time

Aluminium merupakan logam non ferrous yang mempunyai ketahanan korosi yang baik. Sifat ini diperoleh karena terbentuknya lapisan oksida aluminium pada permukaannya. Lapisan oksida ini melekat pada permukaan dengan kuat dan rapat serta sangat stabil. Ditinjau dari proses penyambungannya sulit dilakukan dengan pengelasan cair, karena adanya lapisan aluminium oksida pada permukaannya, sehingga untuk dapat dilas lapisan aluminium oksida tersebut harus dihancurkan terlebih dahulu.

Penomoran Aluminium Paduan [10] adalah sebagai berikut:

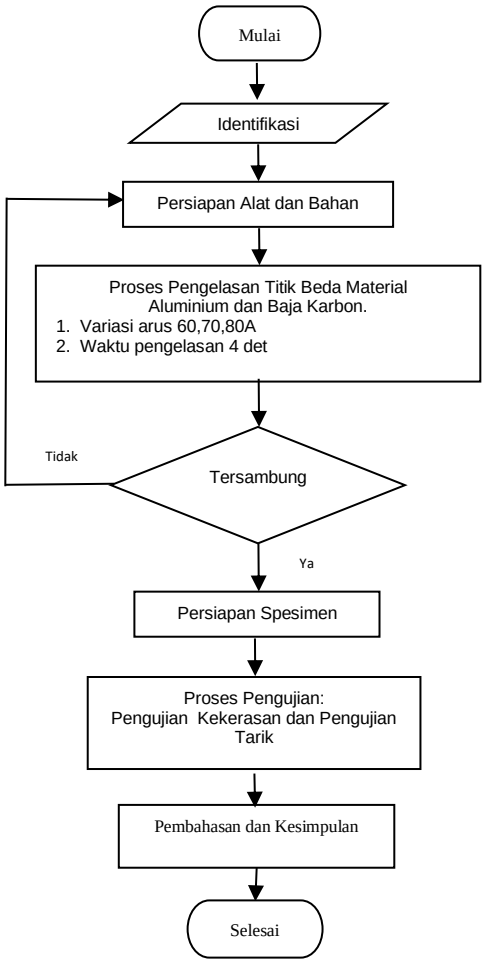
1. Super Purity (SP) dan Comercial Purity (CP) aluminium (seri 1xxx).
2. Paduan Al-Cu (seri 2xxx).
3. Paduan Al-Mn dan Al-Mn-Mg (seri 3xxx).
4. Paduan Al-Si (seri 4xxx)
5. Paduan Al-Mg (seri 5xxx).
6. Paduan Al-Si—Mg (6xxx)
7. Paduan Al-Zn-Mg (seri 7xxx) Seng (Zn)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan mempersiapkan bahan uji yaitu aluminium dengan tebal 1,2 mm dan

p-ISSN 2502-4922,e-ISSN 2615-0867

baja karbon1 mm. Selanjutnya dilakukan pengelasan titik dengan variasi arus listrik 60 , 70, dan 80 Amper dan waktu pengelasan 4 detik. Dilanjutkan dengan persiapan uji kekerasan dan uji kekuatan tarik. Setelah itu dilakukan analisa dan pembahasan serta penarikan kesimpulan.



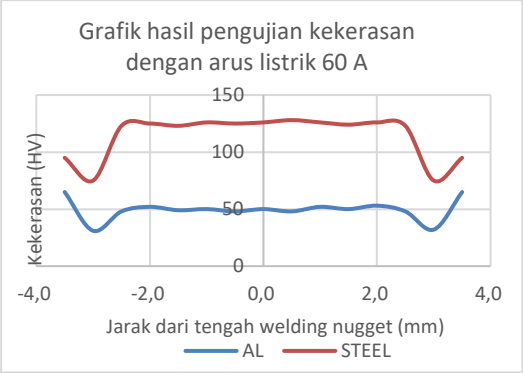
Gambar 2, Diagram Alir Peneltian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh variasi arus listrik terhadap distribusi kekerasan

Pengujian kekerasan *microvickers* dilakukan untuk mengetahui kekerasan pada logam induk, HAZ dan nugget. Hasil penelitian menunjukkan logam induk aluminium memiliki kekerasan ± 67 HV, baja karbon memiliki kekerasan sebesar ± 95 HV, sedangkan untuk daerah HAZ dan daerah nugget memiliki kekerasan yang bervariasi akibat dari pengaruh variasi arus pengelasan.

Pada gambar 3 dapat dilihat distribusi kekerasan yang terjadi pada nugget, daerah HAZ, dan logam induk pada sisi aluminium dan baja karbon. Hasil pengelasan titik beda material antara aluminium dan baja karbon dengan arus 60 A, pada sisi aluminium, nugget las dan HAZ yang memiliki kekerasan dibawah kekerasan material induknya. Nugget las memiliki kekerasan ± 49 HV, sedangkan HAZ memiliki kekerasan ± 31 HV. Pada sisi baja karbon, kekerasan daerah HAZ berada dibawah kekerasan logam induk yaitu ± 75HV dan kekerasan nugget berada diatas logam induk, yaitu ± 124 HV.



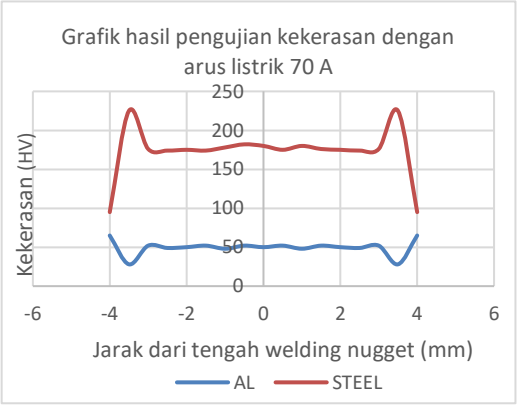
Gambar 3. Grafik hasil pengujian kekerasan dengan arus listrik 60 A

Pada gambar 4 dapat dilihat profil distribusi kekerasan yang terjadi pada sambungan las titik beda material antara aluminium dan baja karbon dengan arus 70 A. Pada sisi aluminium, kekerasan HAZ dan nugget masih berada dibawah kekerasan logam induknya. Kekerasan HAZ ± 28 HV dan kekerasan nugget ± 50 HV. Pada sisi baja karbon tampak kekerasan HAZ dan nugget berada di atas kekerasan logam induknya, yaitu kekerasan HAZ ± 225 HV sedangkan kekerasan nugget ± 180 HV.

Untuk perubahan kekerasan yang terjadi pada sambungan las titik beda material antara aluminium dan baja

p-ISSN 2502-4922,e-ISSN 2615-0867

karbon dengan arus listrik 80 A dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 4. Grafik hasil pengujian kekerasan dengan arus listrik 70 A

Gambar 5. Grafik hasil pengujian kekerasan dengan arus listrik 80 A

Pada gambar 5 terlihat distribusi kekerasan yang terjadi pada sambungan las titik beda material antara aluminium dan baja karbon dengan arus 80 A. Pada sisi aluminium, kekerasan HAZ masih berada dibawah kekerasan logam induknya yaitu ± 30 HV sedangkan kekerasan nugget berada diatas kekerasan logam induk dan HAZ yaitu sebesar ± 55 HV. Pada sisi baja karbon terlihat kekerasan HAZ dan nugget berada di atas kekerasan logam induknya, yaitu kekerasan HAZ ± 300 HV sedangkan kekerasan nugget ± 225 HV.

Secara umum dapat dilihat untuk sisi aluminium bahwa pada daerah HAZ memiliki kekerasan dibawah material induknya. Kekerasan HAZ akan menurun ketika berdekatan dengan nugget. Kekerasan nugget juga berada dibawah kekerasan material induknya. Untuk sisi pada baja karbon, nugget memiliki kekerasan yang sangat tinggi dikarenakan daerah ini memiliki bentuk butir columnar disertai adanya fasa martensit.

Daerah HAZ memiliki kekerasan lebih tinggi dibandingkan logam induk. Kekerasan HAZ mengalami peningkatan ketika berdekatan dengan nugget untuk variasi arus listrik 70 dan 80 A. Sebaliknya kekerasan HAZ mengalami penurunan ketika mendekati nugget untuk variasi arus listrik 60 A. Kekerasan meningkat dikarenakan HAZ mengalami pembesaranbutir akibat suhu yang tinggi dan waktu pendinginan yang cukup cepat.

2. Pengaruh variasi arus listrik terhadap kekuatan tarik.

Hasil pengujian kekuatan tarik geser sambungan las titik beda material antara aluminium dan baja karbon dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Penelitian

Arus Listrik	Pengujian			Rata-rata
	ke-1	ke-2	ke-2	
60 Amper	325	330	338	331
70 Amper	335	328	339	334
80 Amper	410	432	415	419

Sambungan las titik beda material antara aluminium dan baja karbon dengan arus listrik 60 A memberikan kekuatan tarik geser sebesar 331 kg/mm2. Kenaikan arus listrik menjadi 70 A juga berkorelasi terhadap kenaikan kekuatan tarik geser yang dihasilkan sambungan las titik beda material antara aluminium dan baja karbon yang terjadi, yaitu sebesar 334 kg/mm2. Begitu pula yang terjadi pada Sambungan las titik beda material antara aluminium dan baja karbon dengan arus listrik 80 A juga

p-ISSN 2502-4922,e-ISSN 2615-0867

mampu memberikan kekuatan tarik yang optimal.

KESIMPULAN

Hasil pengelasan titik beda material antara aluminium dan baja karbon dengan arus 60 A, pada sisi aluminium, nugget las dan HAZ yang memiliki kekerasan dibawah kekerasan material induknya. Pada sisi baja karbon, kekerasan daerah HAZ berada dibawah kekerasan logam induk. Penggunaan arus 70 A memperlihatkan hasil pada sisi aluminium, kekerasan HAZ dan nugget masih berada dibawah kekerasan logam induknya. Sedangkan pada sisi baja karbon tampak kekerasan HAZ dan nugget berada di atas kekerasan logam induknya. Sedangkan penggunaan arus 80 A menghasilkan kondisi pada sisi aluminium dengan kekerasan HAZ masih berada dibawah kekerasan logam induknya.

Kekerasan HAZ pada sisi baja karbon mengalami peningkatan ketika berdekatan dengan nugget untuk variasi arus listrik 70 dan 80Amper karena HAZ mengalami pembesaran butir akibat suhu yang tinggi dan waktu pendinginan yang cukup cepat. Peningkatan arus listrik berkorelasi dengan peningkatan kekuatan tarik yang terjadi. Pengelasan titik dengan arus listrik 80 A mampu memberikan kekuatan tarik yang optimal.

REFERENSI

[1] Amin A. 2017. Pengaruh Variasi Arus Listrik Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Sambungan Las Titik (Spot Welding) Logam Dissimilar Stainless Steel dan Baja Karbon Rendah. Jurnal Teknik Mesin UNISKA Vol.02 No.02. 63-67.

[2] A. Amin. 2020. Pengaruh Variasi Arus Listrik Terhadap Kekuatan Tarik geser las titik beda material Stainless Steel dan Aluminium. Al Ulum Sains dan Teknologi Vol.05 No.02. 44-47

[3] Jeevan, A. Karande, K.H.Inamdar. 2018. Optimization of Resistance Spot Welding Process Parameters for Tensile Strength of Dissimilar Welded Joint. International Journal of Science and Research (IJSR), Vol. 7(4), hal: 507-511

[4] Setiani I, Amelia R. 2020. Pengaruh variasi arus terhadap sifat mekanik dan daerah Weld Nugget pada pengelasan titik Collar Muffler. Jurnal Vokasi Teknologi Industri, Vol.2, No.1.

[5] A. Amin. 2021. Pengaruh Variasi Arus Listrik pada Pengelasan Titik Terhadap Struktur Mikro Stainless Steel dan Aluminium. Jurnal Mesin Industri dan Otomotif. Vol. 2, No. 2. 42-46.

[6] Lisa A. dkk. 2019. Pengaruh pengelasan GTAW pada logam Bimetal plat baja karbon rendah dan stainless steel terhadap sifat mekanik sambungan las. Jurnal Info Teknik. Vol. 20 No. 2. 167-180.

[7] A.M. Pereira, J.M. Ferreira, A. Loureiro, J.D.M. Costa, P.J. Bártolo, 2010. Effect of process parameters on the strength of resistance spot welds in 6082-T6 aluminium alloy, Materials & Design, Volume 31, Issue 5.

[8] Gautam Chudasama and Shubham Kashyap and Jay Patel and Vivek Kalyankar and Jayant Shewale, 2022. AISI 2205 DSS for body-in-white automotive structure: effect of welding current and time on the performance of spot welded joint, Welding International, volume 36, number 12, 769-778.

[9] Miller. 2012. Hand Book For Resistence Spot Welding, Miller Electric, USA.

[10] Ruukki. 2007. Resistance Welding Manual. Finland : Rautaruukki Corporation