

STUDI PENGARUH VARIASI VOLUMETRIK GAS ARGON DAN PARAMETER PROSES PENGELASAN *SPOT WELDING* TERHADAP KUALITAS SAMBUNGAN PADA PADUAN ALUMINIUM

Muhammad Alfatih Hendrawan¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A Yani Tromol Pos I Pabelan, Surakarta, 57102

*Email: muh.alfatih@gmail.com

Abstrak

Paduan Aluminium merupakan material yang banyak digunakan untuk pembuatan alat transportasi udara maupun darat. Material ini mempunyai keistimewaan ringan dan tahan terhadap korosi, tetapi mempunyai tingkat kesulitan dalam perlakuan penyambungan las termasuk spot welding. Sedangkan gas Argon selama ini digunakan pada proses pengelasan tipe Gas Tungsten Arc Welding untuk menjadi gas pelindung selama proses pengelasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi volumetric gas Argon yang ditambahkan pada proses dan parameter pengelasan terhadap kualitas hasil pengelasan tipe spot welding. Metode yang digunakan adalah dengan bervariasi aliran gas Argon dan parameter pengelasan diantaranya waktu dan arus listrik. Adapun pengujian kekuatan sambungan las berdasarkan standar American Society of Mechanical Engineers (ASME) IX. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan analisa secara grafik dan statistik, variasi arus dan waktu berpengaruh signifikan terhadap kekuatan geser hasil pengelasan. Sedangkan variasi debit gas argon tidak berpengaruh signifikan terhadap kekuatan geser hasil pengelasan.

Kata kunci: Aluminium, Gas Argon, Volumetrik, Kekuatan Geser (10 pt, italic)

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang manufaktur saat ini sangat pesat. Salah satu dari proses yang penting di dalamnya adalah penyambungan (*joining*), diantaranya adalah proses pengelasan Las titik tahanan listrik (*resistance spot welding*) yang lebih dikenal sebagai las titik (*spot welding*) mempunyai peranan yang cukup penting pada teknologi manufaktur dalam dunia industri, baik dalam dunia perakitan maupun reparasi. Dalam penggunaannya, las titik (*spot welding*) memiliki beberapa keunggulan, antara lain bentuk sambungan rapi, prosesnya cepat, sambungan lebih rapat dan pengoperasiannya relatif mudah serta tidak memerlukan logam pengisi (*filler*). Pemakaian las titik (*spot welding*) pada berbagai aplikasinya menuntut adanya kualitas hasil lasan yang memadai. Hal ini dapat diperoleh dengan adanya penelitian-penelitian tentang las titik (*spot welding*) termasuk pencarian parameter-parameter yang tepat pada penggunaan las titik (*spot welding*) tersebut. (Diyatmoko, H., 2004)

Spot welding merupakan cara pengelasan resistansi listrik dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit di antara elektroda logam. Siklus las dimulai ketika elektroda bersinggungan dengan logam dibawah pengaruh tekanan sebelum arus dialirkan. Waktu yang singkat ini disebut waktu tekan. Kemudian arus bertegangan rendah dialirkan di antara elektroda sehingga logam yang bersinggungan menjadi panas dan suhu naik hingga mencapai suhu pengelasan. Ketika suhu pengelasan tercapai, maka tekanan antara elektroda memaksa logam menjadi satu dan terbentuklah sambungan las. Mutu dan karakteristik dari hasil pengelasan titik (*spot welding*) dipengaruhi oleh banyak faktor seperti waktu pengelasan (*time welding*), besarnya arus (*ampere*) dan tegangan listrik (*voltage*) pengelasan serta besarnya tekanan (*pressure*) yang diberikan pada saat pengelasan. Dalam pengelasan titik (*spot welding*) untuk material jenis aluminium murni atau aluminium paduan, karena sifatnya yang mudah teroksidasi dan membentuk oksida aluminium (Al_2O_3) yang mempunyai titik cair yang tinggi, maka peleburan antara logam dasar dan logam las menjadi terhalang. Oleh karena itu perlu adanya penambahan gas mulia seperti gas helium atau gas Argon, yang berfungsi sebagai pelindung selama proses pengelasan. Sebagaimana penelitian sebelumnya bahwa penambahan gas Argon pada pengelasan aluminium akan berpengaruh positif pada kekuatan sambungan las. (Hendrawan, 2012).

Selanjutnya, besarnya arus listrik (*Ampere*) dan waktu pengelasan (*time welding*) merupakan faktor-faktor lain yang mungkin mempengaruhi kualitas hasil pengelasan titik (*spot welding*). Semakin besar arus (*Ampere*) dan semakin lama waktu (*time welding*) yang digunakan dalam pengelasan titik (*spot welding*) maka masukan panas (*heat input*) pengelasan titik (*spot welding*) juga semakin tinggi. (Wiryosumarto, dkk,1981)

Dari hasil penelitian ini akan diperoleh besar arus, waktu yang ideal dan kecepatan volumetric gas Argon untuk mendapatkan kualitas sambungan las yang optimum dan metalografi struktur logam aluminium yang terbentuk.

Kajian Pustaka

Sulistya, E., (2002), dalam penelitiannya tentang pengelasan titik (*spot welding*) pada plat baja karbon rendah dan baja karbon sedang. Tebal plat baja karbon rendah 1 mm, sedangkan tebal plat baja karbon sedang 2 mm, untuk arus las yang digunakan 5 kA, 6 kA dan 7 kA, gaya elektroda 2,2 kg/cm², 2,3 kg/cm² dan 2,4 kg/cm² dan waktu pengelasan 4 detik, 5 detik dan 6 detik. Pengujian mekanik yang dilakukan meliputi pengujian kekerasan dengan metode vickers, dan pengujian kekuatan sambungan dengan metode uji tarik. Sedangkan pengujian metalografi atau pengujian struktur mikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik (*metalurgi*). Dari hasil uji tarik memperlihatkan pemakaian arus 6 kA dengan waktu pengelasan 4 detik, 5 detik dan 6 detik dan gaya pengelasan 2,3 kg/cm² terjadi kenaikan kekuatan tarik, sedangkan variasi–variasi gaya dalam pengelasan tersebut terjadi kekuatan tarik yang kurang berarti. Hasil uji kekerasan memperlihatkan, bahwa semakin besar arus listrik, maka kekerasan logam semakin besar. Hal ini terjadi akibat dari rekristalisasi dan perubahan fasa pada logam. Hasil pengujian struktur mikro memperlihatkan bahwa material–material tersebut mengandung fasa *ferite-perlit*, *kolumnar* dan *widmanstatten*.

Leman S. (2004) telah melakukan penelitian tentang pengaruh waktu dan arus pengelasan titik antara baja tahan karat SUS 304 dan baja karbon rendah terhadap sifat mekanis-fisis dan korosi. Arus yang digunakan pada penelitian berturut-turut adalah 11, 12 dan 13 kA dan waktu pengelasan adalah 25, 30, 35 dan 49 *cycles*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bertambahnya arus dan waktu pengelasan titik akan meningkatkan kekuatan geser, tarik, ukuran *nugget*, dan umur fatik. Kekuatan geser terbesar dicapai pada variasi arus pengelasan 13 kA dan waktu pengelasan 35 *cycles*. Logam las memiliki kekerasan tertinggi berkisar antara 350 - 400 HVN dan menurun pada daerah HAZ maupun logam induk. Terdapat beberapa hal yang dapat mempengaruhi sifat fisis dan mekanis dari hasil pengelasan titik, diantaranya adalah besarnya arus yang masuk, waktu pengelasan, dan besarnya gaya elektroda yang diberikan.

Kahraman, N (2005), dalam penelitiannya tentang pengaruh parameter las titik pada Titanium. Tebal Titanium 1,5 mm dengan parameter pengelasan, untuk arus konstan yaitu 10.000 A, gaya elektroda 2000 N, 4000 N, 6000 N dan waktu pengelasan 5 siklus, 15 siklus, 25 siklus serta suasana pengelasan pada udara terbuka dan menggunakan gas argon. Pengujian mekanik yang dilakukan meliputi pengujian kekuatan sambungan dengan metode pengujian tarik dan pengujian kekerasan dengan metode Vickers. Dari hasil uji tarik didapatkan bahwa hasil dari kekuatan tarik-geser dengan menggunakan gas argon lebih tinggi daripada di udara terbuka. Hasil uji kekerasan memperlihatkan bahwa daerah *nugget* (manik) adalah daerah yang paling keras diikuti dengan daerah HAZ dan logam induk.

Shamsul J.B. dan Hisyam, M.M. (2007), meneliti tentang hubungan diameter *nugget* dan arus listrik pada pengelasan titik baja *stainless steel* tipe 304, dan juga pengaruh besar arus listrik pada distribusi kekerasan mikro. Pada penggunaan arus listrik berbeda menunjukkan bahwa semakin besar arus listrik yang digunakan maka diameter *nugget* juga semakin besar, dimana untuk arus listrik 2,5 kA diameter *nugget* sebesar 3 mm, 3,75 kA sebesar 3 mm, 5 kA dan 6,25 kA sebesar 6 mm. Namun besar arus pengelasan tidak berpengaruh banyak pada distribusi kekerasan pada daerah pengelasan.

Sedangkan Hendrawan pada tahun 2012 menyatakan bahwa adanya penambahan gas Argon pada pengelasan spot welding pada material Aluminium akan memberikan pengaruh positif pada sambungan las. Hal ini dibuktikan dengan berkurangnya porositas yang terjadi pada *nugget* untuk sambungan las yang menggunakan penambahan gas Argon.

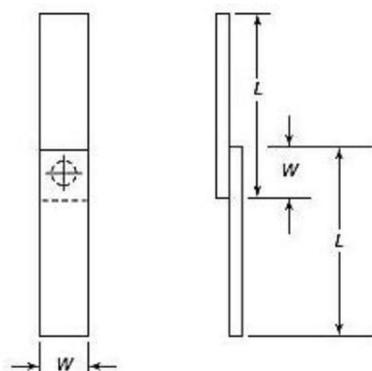
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Bahan dan alat

Material yang digunakan adalah aluminium paduan Al-Si yang mendekati seri 4000 dengan panjang 101,6 mm lebar 25,4 mm dan tebal 1 mm. Adapun standar pengujian kekuatan sambungan dengan ASME IX, sehingga dimensi material uji sebagaimana pada gambar 1.

tabel 1. komposisi kimia material uji

No	Unsur	Prosentase (%)
1	Aluminium (Al)	98.6600
2	Silicon (Si)	0.4120
3	Ferit (Fe)	0.2270
4	Copper (Cu)	<0.0500
5	Manganese (Mn)	0.0996
6	Magnesium (Mg)	0.1180
7	Chrom (Cr)	0.1810
8	Nikel (Ni)	0.0265
9	Zinc (Zn)	0.0963
10	Tin (Sn)	<0.0500
11	Titanium (Ti)	<0.0100
12	Lead (Pb)	<0.0300
13	Beryllium (Be)	<0.0001
14	Calsium (Ca)	0.0061
15	Strontium (Sr)	<0.0005
16	Vanadium (V)	0.0324
17	Zirconium (Zr)	<0.0030

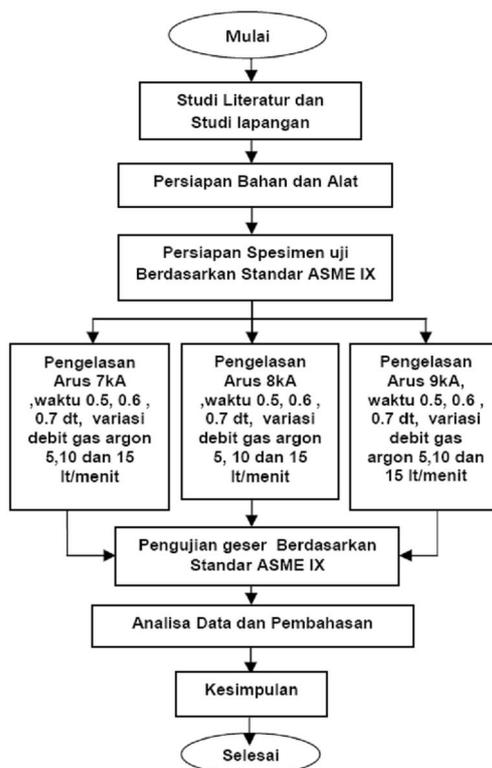


Gambar 1 Specimen percobaan dengan standar ASME IX

Keterangan: L = panjang specimen = 101,6 mm

W = lebar specimen = 25,4 mm

Adapun diagram alir penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

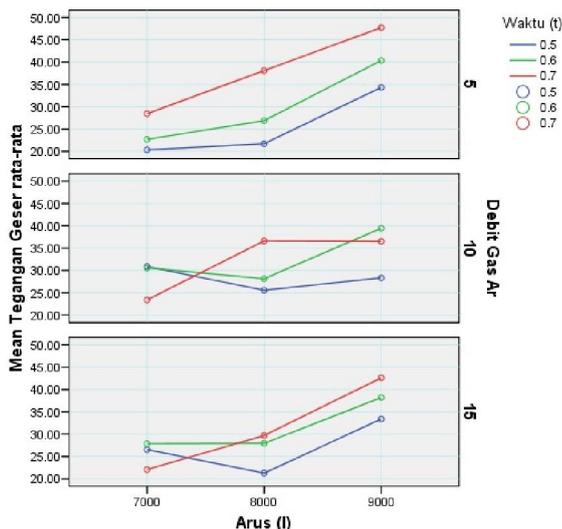
Data hasil pengujian kekuatan geser sambungan las adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil pengujian

No	I (A)	t (dt)	Debit (lt/menit)	Teg.geser rata - rata (N/mm ²)
1	7 kA	0.5	5	20.34
2		0.5	10	30.88
3		0.5	15	26.54
4		0.6	5	22.69
5		0.6	10	30.56
6		0.6	15	27.85
7		0.7	5	28.45
8		0.7	10	23.40
9		0.7	15	22.05
10	8 kA	0.5	5	21.72
11		0.5	10	25.54
12		0.5	15	21.25
13		0.6	5	26.89
14		0.6	10	28.15
15		0.6	15	27.93
16		0.7	5	38.10
17		0.7	10	36.60
18		0.7	15	29.69
19	9 kA	0.5	5	34.32
20		0.5	10	28.34
21		0.5	15	33.37
22		0.6	5	40.35
23		0.6	10	39.44
24		0.6	15	38.18
25		0.7	5	47.72
26		0.7	10	36.49
27		0.7	15	42.60

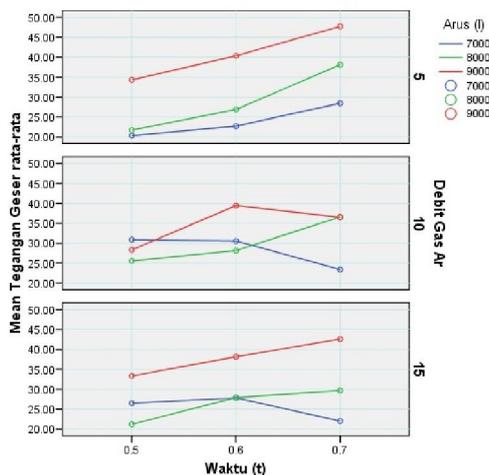
3.1 Analisis secara grafis

Hasil rata-rata dari tegangan geser dapat dianalisa menggunakan grafik.



Gambar 4. Pengaruh Arus pengelasan terhadap Tegangan Geser rata-rata

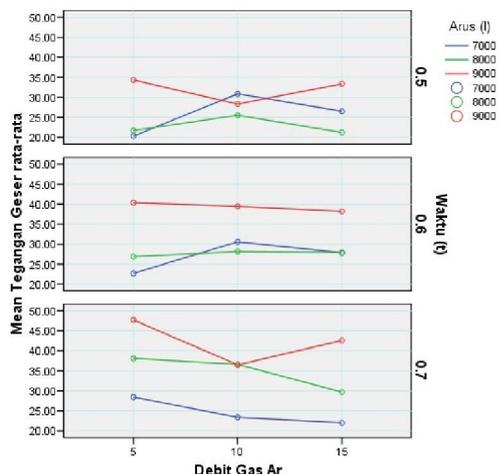
Pada grup debit gas argon 5 Lt/menit dan 15 Lt/menit menunjukkan bahwa arus pengaruh positif terhadap hasil pengelasan. Sedangkan pada grup debit gas argon 10 Lt/menit, waktu 0,5 detik menunjukkan bahwa arus pengaruh negatif, karena mengalami penurunan dari 30,88 N/mm² menjadi 28,34 N/mm². Faktor *error* yang berpeluang adalah *setup time*. *Setup time* berpengaruh dalam mengatur *resistance* permukaan plat aluminium. (ISF, Welding and joining institute, 2002)



Gambar 5. Pengaruh Waktu pengelasan terhadap Tegangan Geser rata –rata

Dilihat pada grup grafik debit 5 Lt/menit menunjukkan pengaruh positif. Grup grafik 10 Lt/menit menunjukkan adanya pengaruh negatif. Terjadi pada arus 7000 A, nilai awal 30,88 N/mm² menjadi 23,40 N/mm². Grup grafik debit 15 Lt/menit terjadi penurunan tegangan geser pada arus 7000 A dari 26,54 N/mm² turun menjadi 22,05 N/mm². Kemungkinan faktor *error* yang mempengaruhi adalah *setup time* dan *holding time* yang dianggap konstan.

Sedangkan pada gambar 6 dapat diketahui bahwa variasi debit gas argon tidak berpengaruh signifikan terhadap hasil pengelasan dilihat dari tegangan geser rata-rata yang terjadi. Karena terlihat dari hasil grafik yang tidak berpola.



Gambar 6. pengaruh debit gas argon terhadap Tegangan Geser rata –rata

Volumetrik gas Argon tidak mempunyai pengaruh signifikan, kemungkinan disebabkan ruangan sekitar logam las yang telah dipenuhi dengan gas Argon mencapai jenuh, sehingga seberapapun tingkat kecepatan aliran gas, tidak mempengaruhi terhadap kondisi pengelasan.

3.2 Analisis Secara Statistik

Analisis menggunakan SPSS.15 dengan metode *Analysis of variance* (ANOVA) untuk menguji pengaruh dari berbagai variasi arus (I), waktu (t) dan debit gas argon.

Tabel 3. Out put ANOVA dengan SPSS. 15

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tegangan Geser rata-rata

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	951.941 ^a	6	158.657	7.737	.000
Intercept	25480.397	1	25480.397	1242.579	.000
arus	719.395	2	359.698	17.541	.000
waktu	224.254	2	112.127	5.468	.013
Debit	8.291	2	4.145	.202	.819
Error	410.121	20	20.506		
Total	26842.459	27			
Corrected Total	1362.062	26			

^a. R Squared = .699 (Adjusted R Squared = .609)

Hipotesa :

Untuk Arus (I)

$H_0 : (7000) = (8000) = (9000)$

$H_1 : (7000) \neq (8000) \neq (9000)$

Untuk Waktu (t)

$H_0 : (0,5) = (0,6) = (0,7) = 0$

$H_1 : (0,5) \neq (0,6) \neq (0,7) \neq 0$

Untuk Debit Gas Argon

$H_0 : (5) = (10) = (15) = 0$

$H_1 : (5) \neq (10) \neq (15) \neq 0$

Dengan Tingkat kepercayaan = 95% dan nilai signifikan $(\alpha) = 5\%$:

Kriteria pengujian hipotesa adalah terima H_0 apabila $Sig. > 0.05$, tolak H_0 apabila $Sig. < 0.05$ dan terima H_1

Dari data tabel ANOVA dan hipotesa, maka dapat diketahui bahwa arus dan waktu berpengaruh signifikan terhadap tegangan geser. Variasi debit gas argon tidak berpengaruh signifikan terhadap tegangan geser yang terjadi.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Analisa secara grafik menunjukkan variasi Arus (I) dan Waktu (t) pada *spot welding* sangat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan geser hasil pengelasan. Variasi debit gas argon tidak berpengaruh signifikan terhadap kekuatan geser hasil pengelasan.
2. Analisa secara statistik menunjukkan variasi Arus (I) dan Waktu (t) pada *spot welding* sangat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan geser hasil pengelasan. Variasi debit gas argon tidak berpengaruh signifikan terhadap kekuatan geser hasil pengelasan.
3. Dari data hasil analisa grafis dan statistik menunjukkan adanya kesamaan hasil analisa yaitu variasi arus (I) dan waktu (t) pada *spot welding* sangat berpengaruh signifikan terhadap kekuatan geser hasil pengelasan. Variasi debit gas argon tidak berpengaruh signifikan terhadap kekuatan geser hasil pengelasan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih sebesar-besarnya kepada Universitas Muhammadiyah Surakarta melalui scheme Dana Penelitian Kolaboratif yang berkenan membiayai penelitian ini sampai selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Diyatmoko, H., (2004), *Penelitian tentang pengaruh waktu dan penekanan pengelasan titik pada baja tahan karat AISI 430 terhadap Struktur mikro, nilai kekerasan dan nilai kekuatan gesernya*, Jurnal Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Hendrawan, Muh Alfatih, (2012), *Studi Komparasi Kualitas Hasil Pengelasan Paduan Aluminium Dengan Spot Welding Konvensional Dan Penambahan Gas Argon*, proceeding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi (SNAST), Akprind, Yogyakarta
- ISF. 2005. *Resistance Spot Welding*. Welding and Joining Institute.
- Kahraman, N., (2005), *The influence of welding parameter on the joint strength of resistance spot-welded titanium sheet*, SPE Jurnal (november 2005).
- Leman, S., (2004), *Pengaruh waktu dan arus pengelasan titik baja tahan karat SUS 304 dan baja karbon rendah terhadap sifat mekanisfisis dan korosi*, Tugas Akhir S-1, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Shamsul, J.B., dan Hasyam, M.M., (2007), *Penelitian tentang hubungan diameter nugget dan arus listrik pada pengelasan titik baja stainless steel tipe 304 dan pengaruh besar arus listrik pada distribusi kekerasan mikro*, Jurnal Teknik Mesin Unhas. Unhas
- Sulistya, E., (2002), *Tugas Akhir : Pengaruh parameter arus las, waktu, gaya elektroda pada plat baja karbon rendah 1mm dan 2m*, Tugas Akhir S-1, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Wirjosumatro, H., Prof, Dr, Ir, Okumura, T., (1981), *Teknologi Pengelasan Logam*, Cetakan Kedelapan, PT Pradaya Paramita, Jakarta.