Pengaruh Variasi *Welding Time* pada Permukaan Lembaran Baja Tahan Karat SUS 304 yang Mengalami Pengelasan Resistansi Titik

Dicky Prastya[1], Mustafa, dan Sutrisno[3]
Fakultas Teknik Universitas Merdeka Madiun
e-mail: dicky1601@gmail.com

ABSTRACT

This study discusses the control of the surface quality of stainless steel sheets which experience point resistance welding so it needs to be considered by observing the shape and size of the resulting nugget and studying the nature and tensile stress. The material used SUS 304 (JIS G 4303) is 2 mm thick, then welding the resistance of the point with a strong current of 10.5 kA and the variation of welding time used is 0.28 seconds; 0.32 seconds; 0.36 seconds; 0.40 seconds and 0.44 seconds. The results showed that the diameter of the nugget was seen to be greater based on variations in the welding time used, it was influenced by the heat input generated. The biggest nugget is produced at the welding time variation of 0.44 seconds with a value of Ø7.73 mm, while the highest tensile stress value is obtained at the welding time of 0.44 seconds with a value of 713.06 N/mm^2.

Keywords*: nugget, resistance spot welding, stainless steel, tensile test, welding time*

ABSTRAK

Penelitian ini membahas kontrol terhadap kualitas permukaan lembaran baja tahan karat yang mengalami pengelasan resistansi titik sehingga perlu diperhatikan dengan mengamati bentuk dan ukuran nugget yang dihasilkan serta mempelajari sifat dan tegangan tarik. Material yang digunakan SUS 304 (JIS G 4303) tebal 2 mm, selanjutnya dilakukan pengelasan resistansi titik dengan kuat arus sebesar 10,5 kA dan variasi welding time yang digunakan yaitu 0,28 detik ; 0,32 detik ; 0,36 detik ; 0,40 detik dan 0,44 detik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter nugget terlihat semakin besar berdasarkan variasi welding time yang digunakan, hal tersebut dipengaruhi oleh heat input yang dibangkitkan. Nugget yang paling besar dihasilkan pada variasi welding time 0,44 detik dengan nilai sebesar Ø7,73 mm, sedangkan untuk nilai tegangan tarik yang paling tinggi didapatkan pada welding time 0,44 detik dengan nilai sebesar 713,06 N/mm^2.

Kata kunci: nugget, resistansi las titik, baja tahan karat, uji tarik, waktu pengelasan

PENDAHULUAN

Teknik pengelasan yang digunakan saat ini cukup banyak, salah satu metode atau proses pengelasan yang populer digunakan dalam industri adalah pengelasan resistansi titik yang biasa digunakan untuk menyambung material berbentuk lembaran. [5]Terdapat sekitar 2000 sampai 5000 las titik di kendaraan era modern saat ini. Kualitas dan kekuatan hasil sambungan las titik sangat penting dalam kelayakan dan keamanan alat transportasi sehingga perlu dilakukan penelitian lebih dalam. Parameter yang mempengaruhi hasil pengelasan titik berdasarkan hasil berbagai penelitian adalah kuat arus listrik, lama waktu pengelasan, jenis material, dan ketebalan plat. [7]Penyambungan dilakukan dengan cara bagian permukaan plat ditekan diantara elektroda dan arus listrik dialirkan sehingga permukaan logam menjadi panas dan meleleh karena akibat adanya tahanan listrik. [3]Keunggulan dari pengelasan titik dibandingkan dengan pengelasan yang lain yaitu prosesnya lebih cepat sehingga sesuai untuk produksi massal, suplay panas yang diberikan cukup akurat dan reguler, sifat mekanik dari hasil las kompetitif dengan logam induk dan tidak membutuhkan kawat las.

Baja tahan karat merupakan material yang memiliki keunggulan yaitu, tahan terhadap korosi dan memiliki kekuatan yang baik. Salah satu jenis baja tahan karat adalah SUS 304 (*JIS G*

4303), yang merupakan baja tahan karat jenis austenitik. Baja tahan karat berbentuk lembaran yang disambung menggunakan metode las resistansi titik, akan mengalami pencairan setempat akibat arus yang terjebak diantara *upper elektroda-lower elektroda* yang berbentuk silinder. Area logam yang mencair lalu membentuk manik las atau disebut *nugget*. [1]Kurangnya pengalaman dari material baru atau kombinasi sering mengakibatkan penggunaan parameter pengelasan menjadi tidak optimal. Penggunaan parameter yang tidak optimal sesuai dengan material yang akan disambung mengakibatkan waktu dan tenaga yang digunakan menjadi tidak efisien. Pada pengelasan resistansi titik waktu diperlukan untuk mengoptimalkan produktifitas kerja. Penggunaan waktu pengelasan yang lebih cepat tetapi menghasilkan produktifitas yang lebih maksimal menjadi hal yang sangat penting karena tuntutan hasil yang tinggi. Untuk itu, kontrol terhadap kualitas permukaan lembaran baja tahan karat SUS 304 yang mengalami pengelasan resistansi titik perlu diperhatikan dengan mengamati bentuk dan ukuran *nugget* yang dihasilkan serta mempelajari sifat dan tegangan tarik yang terjadi.

TINJAUAN PUSTAKA

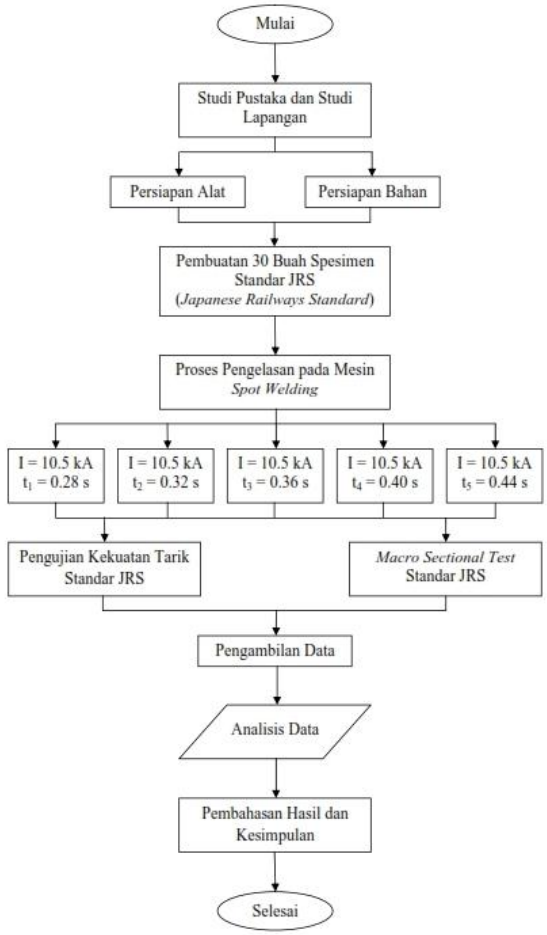
Pengelasan yaitu suatu proses penyambungan dua logam atau lebih yang menggunakan energi panas (*heat*) atau dengan tekanan (*pressure*) atau keduanya. Setiap perusahaan manufaktur dituntut meningkatkan mutu dan kualitas produksinya agar dapat bersaing dengan perusahaan lain. [6]Salah satu metode pengelasan yang terdapat dalam perusahaan manufaktur yaitu las titik atau resistansi titik. Teknologi pengelasan titik (*spot welding*) mula-mula dikembangkan oleh Prof. Elihu Thompson pada awal abad ke-19. Sedangkan menurut Asosiasi Pengelasan Indonesia (API) las titik digunakan pertama kali pada tahun 1920 dengan elektroda lasnya adalah paduan (*alloy*) tembaga-wolfram.

Las titik (*spot welding*) merupakan cara pengelasan yang menggunakan tahanan listrik dimana permukaan plat yang akan disambung ditekan oleh dua buah elektroda, pada saat bersamaan arus listrik yang besar dialirkan melalui elektroda melewati dua buah plat yang dijepit sehingga permukaan diantara kedua plat menjadi panas dan meleleh karena adanya tahanan listrik. [2]Permukaan plat yang menempel pada elektroda timbul panas akibat adanya tahanan listrik tetapi hal tersebut tidak akan membuat plat dapat meleleh dikarenakan tahanan listrik pada permukaan lebih kecil dibandingkan yang ada diantara kedua plat. Hal ini mengundang banyak peneliti untuk melakukan riset tentang fenomena yang terjadi pada pengelasan titik dengan tujuan untuk mengetahui dan menentukan parameter-parameter yang mempengaruhi proses penyambungan dua atau lebih logam. Proses pengelasan titik ini terjadi dengan waktu yang relatif lebih cepat. Oleh karena itu, untuk menghasilkan panas yang cukup dibutuhkan arus yang besar. Material lembaran yang ingin dilas biasanya disusun saling tumpang tindih (*lap joint*) ditekan dengan elektroda lalu diberikan arus pada daerah yang dilas (area *overlap*) hingga kedua material yang tumpang tindih tersebut membentuk sambungan. Untuk melakukan las resistansi titik dibutuhkan panas yang cukup, berdasarkan persamaan berikut :

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

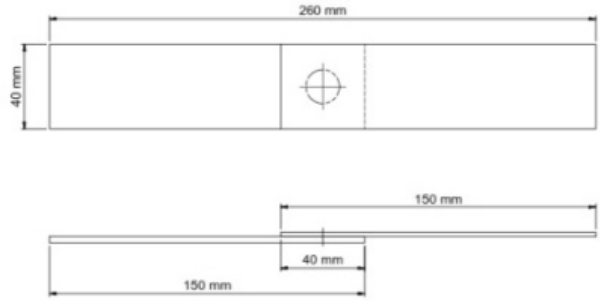
Dimana :
- Q = Panas yang dihasilkan (*Joule*)
- I = Kuat arus listrik (*Ampere*)
- R = Hambatan (*Ohm*)
- t = Waktu pengelasan (Detik)

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Pada penelitian ini menggunakan lembaran plat baja tahan karat (s*tainless steel*) SUS 304 yang memiliki tebal 2 mm, lebar 40 mm dan panjang 150 mm. Lembaran baja tersebut disusun secara tumpang tindih (*lap joint*) dengan *overlap* sebesar 40 mm, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2. Komposisi baja tahan karat SUS 304 yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Skema pembuatan spesimen uji.

Tabel 1. Komposisi kimia baja tahan karat SUS 304.

Material	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
SUS304	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	8,00 – 10,50	18,00 – 20,00

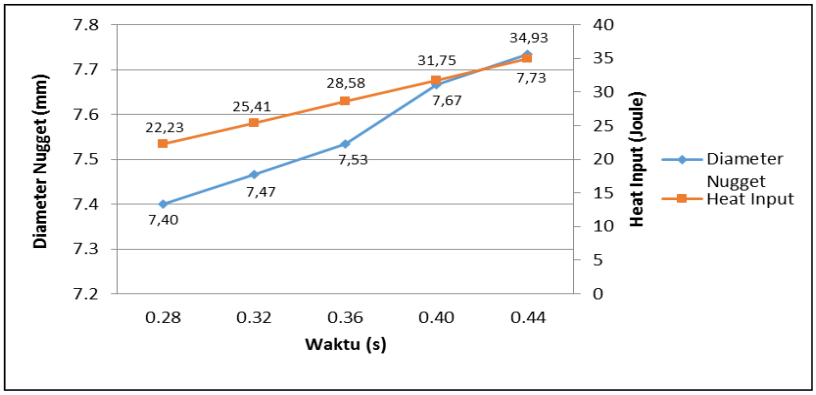
Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengukuran diameter nugget dengan metode *macro sectional test* dan pengujian Tarik untuk mengetahui tegangan Tarik yang terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Uji *Macro Sectional Test*

Tabel 2. Hasil pengukuran diameter *nugget*.

Eksperimen	Arus (kA)	Waktu (detik)	Nugget Ø (mm)			Result (mm)	
			1	2	3	Minimum	Average
1	10,5	0,28	7,4	7,2	7,6	7,2	7,40
2	10,5	0,32	7,4	7,6	7,4	7,4	7,47
3	10,5	0,36	7,4	7,6	7,6	7,4	7,53
4	10,5	0,40	7,6	7,6	7,8	7,6	7,67
5	10,5	0,44	7,8	7,6	7,8	7,6	7,73



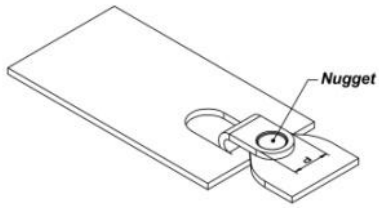
Gambar 3. Grafik hubungan diameter *nugget* dengan *heat input*.

Dari data yang didapat menunjukkan bahwa dengan meningkatnya waktu pengelasan yang diberikan dimensi diameter *nugget* juga akan meningkat. Kondisi meningkatnya dimensi diameter *nugget* dipengaruhi oleh meningkatnya masukan panas yang dibangkitkan. Pada penelitian Shamsul dan Hisyam yang juga meneliti pengaruh arus terhadap dimensi diameter *nugget*, menyatakan bahwa dengan meningkatnya arus yang diberikan pada saat pengelasan *spot welding* akan mempengaruhi dimensi diameter *nugget* yang semakin bertambah besar dengan meningkatnya arus. Hasil las yang baik adalah terbentuknya diametr *nugget* yang besar tanpa adanya retak dan porositas.

Pembahasan Pengujian Tarik

Tabel 3. Data hasil uji kekuatan tarik.

Eksperimen	Arus (kA)	Waktu (detik)	P_{max} (N)			Result (N)	
			1	2	3	Minimum	Average
1	10,5	0,28	25987,62	26477,95	26723,12	25987,62	26396,23
2	10,5	0,32	27090,87	27336,04	26968,29	26968,29	27131,73
3	10,5	0,36	28194,12	27336,04	27090,87	27090,87	27540,34
4	10,5	0,40	27581,21	27948,95	28316,71	27581,21	27948,96
5	10,5	0,44	29542,53	28929,62	29297,37	28929,62	29256,51



Gambar 4. Bentuk sobekan akibat uji tarik.

Hasil spesimen pengujian tarik diatas menunjukkan bahwa letak sobekan akibat uji kekuatan tarik ada pada material bukan pada sambungan pengelasannya, hal ini dimungkinkan pengelasan *spot welding* yang dilakukan menghasilkan parameter yang terlalu besar. Selanjutnya dari hasil pengujian kekuatan tarik didapatkan besarnya nilai diameter sobekan yang terjadi pada material disekitar diameter *nugget* las seperti yang tampak pada Gambar 4 diatas, nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. berikut ini :

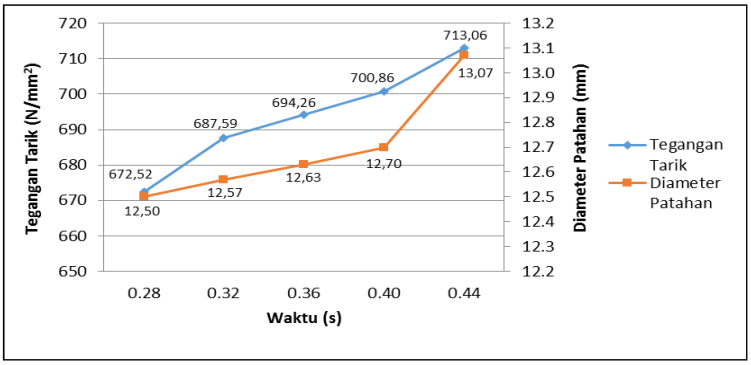
Tabel 4. Data nilai besarnya diameter sobekan pada material.

Eksperimen	Arus (kA)	Waktu (detik)	Diameter Patahan (mm)			Result (mm)	
			1	2	3	Minimum	Average
1	10,5	0,28	10,5	13,4	13,6	10,5	12,50
2	10,5	0,32	12,8	11,2	13,7	11,2	12,57
3	10,5	0,36	11,6	13,8	12,5	11,6	12,63
4	10,5	0,40	11,8	12,5	13,8	11,8	12,70
5	10,5	0,44	13,3	11,7	14,2	11,7	13,07

Besarnya tegangan tarik yang terjadi dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\sigma_t = \frac{P}{A}$$

Dalam grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu pengelasan yang digunakan maka nilai tegangan tariknya akan semakin besar, hal ini disebabkan karena pengaruh variasi *welding time* pengelasan *spot welding*. Hasil tersebut sesuai rumus panas (*heat input*) pada las resistansi titik $Q = I^2 . R . t$, dimana variasi *welding time* berbanding lurus terhadap masukan panas, sehingga semakin lama waktu pengelasan yang digunakan mengakibatkan peningkatan masukan *heat input*. Dengan arus yang besar dapat membentuk *nugget* yang lebih besar dan kekuatan sambungan las resistansi titik juga akan meningkat.



Gambar 5. Grafik hubungan antara tegangan tarik dengan diameter patahan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian adalah : waktu pengelasan yang semakin tinggi dapat berpengaruh pada diameter *nugget* las, dan yang paling besar pada waktu pengelasan 0,44 detik dengan diameter *nugget* sebesar 7,73 mm. Dengan waktu pengelasan yang semakin tinggi, maka dihasilkan tegangan tarik yang semakin besar dan didapatkan pada waktu pengelasan 0,44 detik dengan nilai sebesar 713,06 N/mm^2.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Alenius, M., *et al*., Exploring the Mechanical Properties of Spot Welded Dissimilar Joints for Stainless and Galvanized Steels, *Welding Journal-Dec 2006*, pp 305-313.
[2] Amstead, B.H., Djaprie, S., 1995, *Teknologi Mekanik*, Jilid I, PT. Erlangga, Jakarta.
[3] Anis, M., *et al*., 2009, Studi Lapisan Intermetalik Cu_3Sn Pada Ujung Elektroda Dalam Pengelasan Titik Baja Galvanis, *Makara of Technology Series*, 13(2), 91-95.
[4] Nasir, 2016, *Resistance Spot Welding and Optimisation Techniques Used To*, 4(1), 50-55.
[5] Pouranvari, M., Marashi, S.P.H., 2011, Dissimilar Spot Welds of AISI 304/AISI 1008: Metallurgical and Mechanical Characterization, *Steel Research Journal*, 82(12): 1355-1360.
[6] Wiryosumarto, H., 2004, *Teknologi Pengelasan Logam*, Pradnya Paramita, Jakarta.
[7] Wiyono, T., 2012, Penentuan Pengelasan Dissimilar Allumunium dan Pelat Baja Karbon Rendah dengan Variasi Waktu Pengelasan dan Arus Listrik, *Journal Foundry*, 2(1) :19-23.