

## Pengaruh Arus Pengelasan dan Waktu Siklus Terhadap Diameter Nugget Las dan Kekuatan Tarik SS 304 Pada Pengelasan *Resistance Spot Welding* (RSW)

Ario Sunar Baskoro<sup>1,\*</sup>, Fatahilah Putra Kustiawan<sup>1</sup>, Agus Widyianto<sup>1</sup>, Mohammad Azwar Amat<sup>1</sup>, Gandjar Kiswanto<sup>1</sup> dan Winarto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia - Depok

<sup>2</sup>Departemen Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia - Depok

\*Korespondensi: ario@eng.ui.ac.id

**Abstrak.** Pada artikel ini dilakukan penelitian tentang pengaruh arus pengelasan dan waktu siklus terhadap diameter nugget las dan kekuatan tarik pada pengelasan *Resistance Spot Welding* (RSW). Material yang digunakan adalah baja tahan karat (*stainless steel*) SS 304 dengan ketebalan 1 mm dengan metode las titik (*spot welding*). Parameter yang digunakan adalah variasi dari arus pengelasan dan waktu siklus. Hasil dari pengelasan akan dilakukan pengukuran geometri las yaitu diameter nugget las. Pengukuran diameter nugget las menggunakan alat *digital microscope*. Kemudian dilakukan pengujian kekuatan tarik untuk mengetahui pengaruh dari parameter tersebut. Hasil diameter nugget las yang paling besar adalah 6,3 mm pada arus 8,4 kA sedangkan kekuatan tarik terbesar adalah 11,31 kN pada arus 7,7 kA masing-masing pada waktu siklus 1,5.

**Kata kunci:** arus pengelasan, resistance spot welding (RSW), stainless steel, nugget las

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

### Pendahuluan

Pengelasan adalah teknologi penting dari penyambungan material yang telah digunakan dalam industri manufaktur besar [1, 2]. Salah satu contoh dari pengelasan adalah pengelasan *Resistance Spot Welding* (RSW). RSW adalah proses *resistance welding* di mana penyambungan benda kerjanya menggunakan jenis sambungan lap joint dengan las berupa titik. Las berupa titik tersebut dihasilkan dari dua buah elektroda yang saling berlawanan. RSW sering digunakan dalam industri seperti industri pesawat terbang, industri otomotif dan industri elektronik. Teknik pengelasan RSW sering digunakan pada proses perakitan bodi mobil karena sebagian besar bahan yang digunakan adalah plat lembaran, sehingga apabila menggunakan proses las yang biasa (SAW, SMAW, dan lainnya), maka material tersebut akan mengalami penurunan sifat mekanik karena ketebalan dari material yang rendah, selain itu juga karena alasan ekonomis [3].

Baja tahan karat (*stainless steel*) merupakan logam yang banyak digunakan untuk keperluan industri karena stainless steel memiliki ketahanan korosi yang baik dan tahan terhadap temperatur tinggi. Baja tahan karat (*stainless steel*) jenis 304 banyak digunakan untuk berbagai aplikasi seperti untuk penampungan dan juga banyak digunakan dalam Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir karena baja tahan karat jenis 304 memiliki ketahanan korosi

paling baik dan juga kuat untuk penggunaan di temperatur yang tinggi. Baja tahan karat 304 juga cenderung murah dibandingkan dengan jenis lainnya [2].

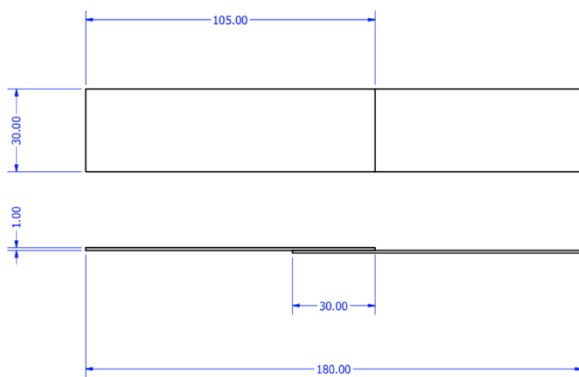
Pada pengelasan baja tahan karat menggunakan RSW, terdapat parameter pengelasan yang perlu diperhatikan agar didapatkan hasil yang optimal. Parameter yang harus diperhatikan dalam pengelasan RSW antara lain arus, tekanan, dan waktu pengelasan (*heat time* dan *holding time*). Ketiga hal tersebut sangat mempengaruhi kualitas hasil las seperti lebar nugget dan kekuatan gesernya. Sehingga, mencari hubungan antara parameter dan kekuatan dari pengelasan RSW sangat menarik untuk diteliti untuk kebutuhan industri manufaktur [4]. Struktur sambungan RSW biasanya didesain untuk menerima beban tekan atau tarik [5]. Sehingga, kualitas pengelasan RSW dapat dilihat dari kekuatan geser dan kekuatan tariknya [6].

Banyak penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh peneliti tentang *resistance spot welding* (RSW). Hong Seok Choi, dkk mengevaluasi tentang pengaruh arus pengelasan terhadap diameter nugget las dan kekuatan tariknya pada *Al-Coated boron steel* (22MnB5) [7]. Pengaruh arus pengelasan terhadap diameter nugget las dan kekuatan tarik pada AISI 316L juga sudah diteliti oleh Daniel K, dkk [2]. A.S Baskoro, dkk sudah melakukan penelitian tentang pengaruh waktu pengelasan dan arus pengelasan terhadap diameter nugget las dan

kekuatan tarik pada lembaran *rolled steel* [8]. Penelitian mengenai parameter arus pengelasan pada RSW telah banyak dilakukan. Penelitian ini akan fokus pada parameter arus pengelasan dan waktu siklus serta pengaruhnya terhadap diameter nugget las dan kekuatan tariknya.

**Metode Penelitian**

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah plat baja tahan karat (*stainless steel*) SS 304 dengan dimensi 30 x 105 mm dan ketebalan 1 mm. Spesimen dipotong menggunakan alat pemotong kertas. Spesimen yang telah dipotong dibersihkan menggunakan *acetone (aqua thinner)* [9]. Setelah dipotong plat tersebut disusun seperti gambar 1 dan diberi label.



**Gambar 1.** Dimensi spesimen

Material baja tahan karat (*stainless steel*) SS 304 memiliki sifat mekanik dan komposisi kimia. Sifat mekanik mewakili kinerja berdasarkan logam dan komposisi kimia dari logam induk merupakan informasi penting untuk menganalisis secara mikrostruktur. Sifat mekanik dan komposisi kimia baja tahan karat (*stainless steel*) SS 304 ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

**Tabel 1.** Sifat mekanik AA 1100 [10]

Kekuatan tarik maks.	MPa	515
Kekuatan tarik	MPa	205
Elongation	%	40
Density	Kg/m <sup>3</sup>	8000
Modus elastisitas	Gpa	193
Konduktivitas termal	W/m-K	16,3

**Tabel 2.** Komposisi kimia AA 1100 [10]

<b>C</b>	<b>Mn</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>
Max 0,08	Max 2	Max 0,75	Max 0,045
<b>S</b>	<b>Cr</b>	<b>Ni</b>	<b>N</b>
Max 0,03	18 - 20	8 - 10,5	Max 0,1

Variasi parameter yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3. Ada tiga parameter yang digunakan yaitu arus pengelasan, waktu tahan dan waktu siklus. Waktu tahan dikondisikan tetap konstan atau sama sedangkan arus pengelasan dan waktu siklus divariasikan. Hal ini untuk melihat seberapa besar pengaruhnya terhadap nugget las yang dihasilkan maupun kekuatan tariknya. Skema alat pengelasan *resistance spot welding* (RSW) dapat dilihat pada gambar 2.

**Tabel 3.** Parameter pengelasan RSW

Nomor spesimen	Arus pengelasan (kA)	Waktu tahan (detik)	Waktu siklus
1			0,5
2	7	10	1
3			1,5
4			0,5
5	7,7	10	1
6			1,5
7			0,5
8	8,4	10	1
9			1,5



**Gambar 2.** Skema mesin pengelasan  $\mu$ FSSW

Setelah specimen dilas menggunakan pengelasan RSW, kemudian hasil las akan diamati diameter nugget las dan kekuatan tariknya. Untuk mengukur diameter nugget las dilakukan menggunakan *digital microscope (Dino Lite)*. Sedangkan untuk pengujian tarik spesimen menggunakan alat *RTF-2350 Universal Testing Machine*. Hasil pengelasan RSW dapat dilihat pada gambar 3.

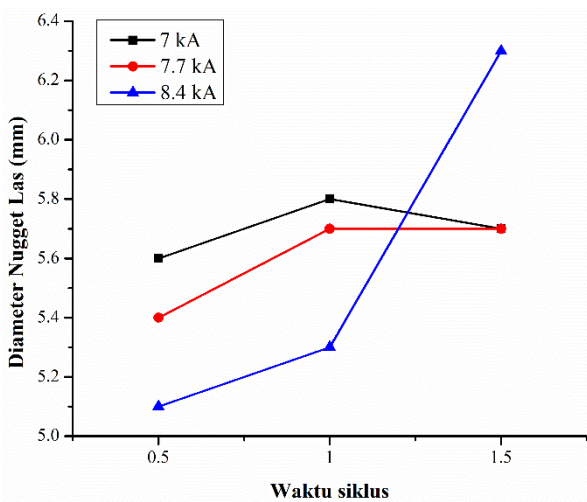


Gambar 3. Hasil pengelasan RSW

## Hasil dan Pembahasan

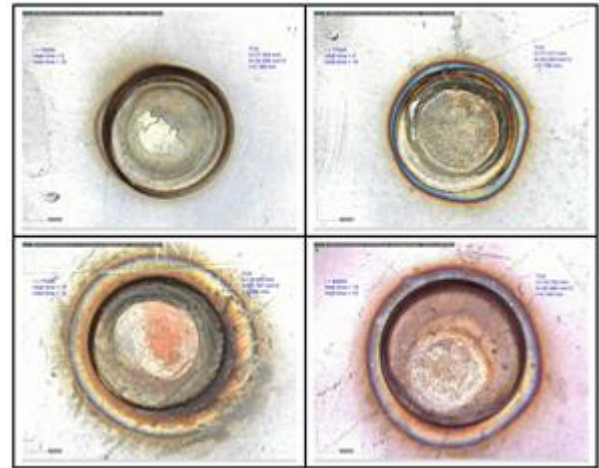
### Nugget las

Hasil dari pengukuran diameter nugget las untuk 9 spesimen dengan arus 7 kA, 7,7 kA dan 8,4 kA dan waktu siklus 0,5, 1 dan 1,5 ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan diameter nugget las dengan waktu siklus

Gambar 4 menunjukkan hasil perbandingan antara diameter nugget las dengan waktu siklus. Menaikkan waktu siklus akan berpengaruh terhadap diameter nugget las yang dihasilkan yaitu semakin besar diameternya [10]. Jika arus pengelasan dinaikkan maka diameter nugget las cenderung lebih kecil. Diameter nugget las yang paling besar adalah 6,3 mm dengan arus pengelasan 8,4 kA dan waktu siklus 1,5.

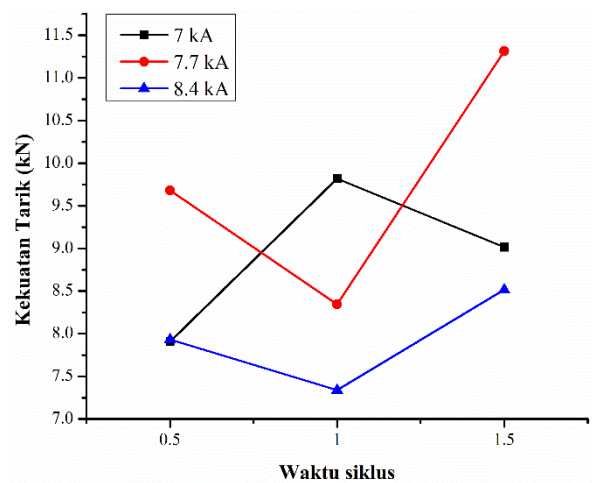


Gambar 5. Hasil pengukuran diameter nugget las

Gambar 5 menunjukkan hasil pengukuran diameter nugget las menggunakan digital microscope. Dari hasil tersebut dapat dilihat secara langsung perbedaan diameter dari setiap variasi parameter.

### Uji tarik

Uji tarik dilakukan untuk mengetahui seberapa bagus kualitas las yang dihasilkan. Gambar 6 menunjukkan hasil perbandingan antara kekuatan tarik dengan waktu siklus yang digunakan. Pada arus pengelasan 7,7 kA dan 8,4 kA, kekuatan tarik cenderung turun kemudian naik sesuai dengan kenaikan waktu siklusnya. Sedangkan pada arus pengelasan 7 kA, kekuatan tarik cenderung naik kemudian turun seiring naiknya waktu siklus. Kekuatan tarik yang paling besar adalah 11,31 kN dengan arus pengelasan 7,7 kA dan waktu siklus 1,5.



Gambar 6. Perbandingan kekuatan tarik dengan waktu siklus

## Kesimpulan

Penelitian tentang pengaruh arus pengelasan dan waktu siklus terhadap diameter nugget las dan kekuatan tarik sudah dilakukan. Kesimpulan dari penelitian ini antara lain:

1. Semakin lama waktu siklusnya maka diameter nugget las yang terbentuk akan semakin besar. Waktu siklus berbanding lurus dengan diameter nugget las.
2. Semakin besar arus pengelasan maka diameter nugget las yang terbentuk relatif kecil. Arus pengelasan berbanding terbalik dengan diameter nugget las.
3. Hasil diameter nugget las paling besar adalah 6,3 mm dengan arus 8,4 kA dan waktu siklus 1,5.
4. Hasil kekuatan tarik paling besar adalah 11,31 kN dengan arus 7,7 kA dan waktu siklus 1,5.

## Penghargaan

Penelitian ini didukung oleh DRPM UI melalui program PTUPT 2018 (nomor kontrak 488/UN2.R3.1/HKP05.00/2018).

## Referensi

- [1] Florea R, Bammann D, Yeldell A, Solanki K, Hammi Y. Welding parameters influence on fatigue life and microstructure in resistance spot welding of 6061-T6 aluminum alloy. *Materials & Design*. 2013; 45: 456-465.
- [2] Kianersi D, Mostafaei A, Amadeh A A. Resistance spot welding joints of AISI 316L austenitic stainless steel sheets: Phase transformations, mechanical properties and microstructure characterizations. *Materials & Design*. 2014; 61: 251-263.
- [3] Bi J, Song J, Wei Q, Zhang Y, Li Y, Luo Z. Characteristics of shunting in resistance spot welding for dissimilar unequal-thickness aluminum alloys under large thickness ratio. *Materials & Design*. 2016; 101: 226-235.
- [4] Kolahan F, Heidari M. Modeling and optimization of MAG welding for gas pipelines using regression analysis and simulated annealing algorithm. 2010.
- [5] Özyürek D. An effect of weld current and weld atmosphere on the resistance spot weldability of 304L austenitic stainless steel. *Materials & design*. 2008; 29: 597-603.
- [6] Zhou M, Zhang H, Hu S. Relationships between quality and attributes of spot welds. *WELDING JOURNAL-NEW YORK*-. 2003; 82: 72-S.
- [7] Choi H-S, Park G-H, Lim W-S, Kim B-m. Evaluation of weldability for resistance spot welded single-lap joint between GA780DP and hot-stamped 22MnB5 steel sheets. *Journal of mechanical science and technology*. 2011; 25: 1543.
- [8] Baskoro A S, Trianda M R, Istiyanto J, Supriyadi S, Sumarsono D A, Kiswanto G. Effects of welding time and welding current to weld nugget and shear load on electrical resistance spot welding of cold rolled sheet for body construction. in *Electrical Engineering and Computer Science (ICEECS), 2014 International Conference on*. 2014; 289-293.
- [9] Papaefthymiou S, Goulas C, Gavalas E. Micro-friction stir welding of titan zinc sheets. *Journal of Materials Processing Technology*. 2015; 216: 133-139.
- [10] Baskoro A, Muzakki H, Winarto 2016 The effect of welding time and welding currents on weld nugget and tensile properties of thin aluminum A1100 by micro resistance spot welding. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 11: 1050-1055.