

# Analisis Variasi Parameter Pengelasan *Spot Welding* Terhadap Kekuatan Tarik Pada Material SUS 304 dan DIN 1.4003

Berlyan P.A. Nillahi Ts<sup>1\*</sup>, Pranowo Sidi<sup>1</sup>, dan Widya Emilia Primaningtyas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan  
Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

Email : [brlyanputriants@gmail.com](mailto:brlyanputriants@gmail.com)<sup>1</sup>

## Abstract

*Spot welding technique is one of the most important parts in the train manufacturing process, especially in the plate working stage for the train carbody. This research aims to see the parameters that affect the tensile strength of the spot welding results using the Taguchi Method on SUS 304 2 mm and DIN 1.4003 3 mm welding joints. The parameter variations performed in this Taguchi Method are current strength, welding time, and electrode diameter. While the control level used is 2 levels on Strong Current 10.5 kA and 11 kA, Welding Time 20 cycles and 25 cycles, and Electrode Diameter 6.5 mm and 12 mm. The results obtained after analyzing and processing the data are the most influential parameters, namely strong current, followed by welding time, and the smallest influence is the electrode diameter. The results of the optimum parameter combination in this study are Current Strength 11 kA, Welding Time 25 cycles, and Electrode Diameter 11 mm. The combination of these parameters has been proven in confirmation of experiments with the Taguchi Method at a confidence level of 95% in the interval of confirmation experiments.*

**Keywords:** Spot Welding, Taguchi Method, Current Strength, Welding Time, Electrode Diameter, Tensile Strength.

## 1. Pendahuluan

Berbagai macam pekerjaan dengan pengelasan titik merupakan metode penting dalam proses pembuatan produk bagian kereta api yang dilakukan oleh perusahaan manufaktur kereta api di Indonesia. Pengelasan titik menggunakan resistansi listrik untuk mengelas bagian dinding kereta api. Namun, banyaknya *respot welding* seringkali tidak memenuhi standar kualitas dan kekuatan yang dibutuhkan, sehingga perlu penelitian lebih lanjut.

Parameter-parameter seperti besar arus listrik, waktu pengelasan, dan diameter elektroda berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik hasil pengelasan titik. Pemilihan parameter yang tepat dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas pengelasan. Pada penelitian ini, fokus pada pengaruh parameter-parameter tersebut terhadap kekuatan tarik pada lembaran baja tahan karat jenis *austenitic* dan *feritic*.

Baja tahan karat memiliki keunggulan, termasuk ketahanan terhadap korosi dan kekuatan yang baik. Namun, pengelasan baja tahan karat melibatkan peleburan setempat yang membentuk manik las atau nugget yang dipengaruhi oleh tekanan elektroda, waktu, dan arus yang digunakan.

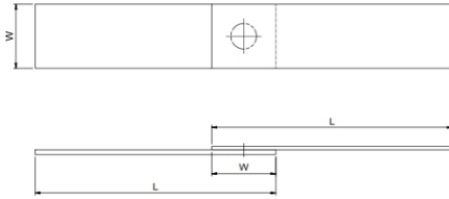
Artikel ini membahas optimalisasi parameter pengelasan dengan metode Taguchi untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas produk, sambil mengurangi biaya dan sumber daya. Penelitian ini bertujuan untuk mencari pengaturan parameter yang menghasilkan karakteristik kualitas terbaik dari pengelasan titik pada lembaran baja tahan karat *austenitic* dan *feritic*.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan alat dan bahan yang mendukung untuk proses *spot welding* dan analisis kekuatan tarik spesimen benda uji dengan metode Taguchi.

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang dibutuhkan adalah mesin *spot welding*, mesin potong, gerinda, mesin uji tarik, penggaris, marker. Sedangkan bahan yang digunakan adalah material SUS 304 dengan tebal 2 mm dan DIN 1.4003 dengan tebal 3 mm. Pengujian kekuatan tarik pada penelitian ini menggunakan spesifikasi dimensi yang tertera pada gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1 Dimensi Spesimen Uji Tarik Keterangan:

L = Panjang spesimen 150 mm W = Lebar spesimen 40 mm

### 1.1 Desain Eksperimen

Desain eksperimen ini menggunakan rancangan percobaan faktorial taguchi berupa *orthogonal array*  $L_4(2^3)$  dengan variabel tak bebas nilai kekuatan tarik dan variabel bebas yaitu kuat arus (kA), waktu las (*cycle*), dan diameter elektroda(mm). Penentuan nilai dari level dan faktor tertera pada tabel 1 dibawah ini:

**Tabel 2.1** Nilai dari level dan faktor

Faktor	Kode	Level	
		1	2
Kuat Arus (kA)	A	10,5	11
Waktu Las ( <i>cycle</i> )	B	20	25
Diameter Elektroda (mm)	C	6,5	12

### Pelaksanaan Eksperimen

Hasil eksperimen akan menggunakan 3 kali replikasi yang nantinya akan dirata-rata untuk memperoleh hasil maksimal. Persiapan spesimen dengan memotong material SUS 304 dengan dimensi 150 mm x 40 mm x 3 mm dan material DIN 1.4003 dengan dimensi 150 mm x 40 mm x 3 mm sebanyak 12 pcs tiap material. Proses *spot welding* menggunakan mesin *spot welding* yang dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2 Proses *Spot Welding*

Setelah proses *spot welding* selesai, maka dilanjutkan dengan pengujian kekuatan tarik menggunakan mesin uji tarik yang dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini:



Gambar 3 Proses Uji Tarik

**Pengolahan Data**

Hasil pengujian tarik akan menghasilkan data yang akan diolah dengan menggunakan metode Taguchi yang menggunakan rumus-rumus yaitu:

$$\text{Sum of Square Total} = \sum y_i^2 \quad (1)$$

$$\text{Sum of Square Faktor A} = \sum_{i=1}^{n_{Ai}} \left( \frac{A_i^2}{n_{Ai}} \right) - CF \quad (2)$$

$$\text{Sum of Square Mean} = n \bar{x}^2 \quad (3)$$

$$\text{Sum of Square Error} = \frac{SS_T - SS_{\text{mean}} - SS_A - SS_B - \dots}{SS_C} \quad (4)$$

Dimana : Ai = Level ke i faktor A

n<sub>Ai</sub> = jumlah percobaan level ke i faktor A N = jumlah percobaan

y = data yang diperoleh dari percobaan Uji hipotesa F dilakukan untuk melihat pengaruh dari seluruh variabel bebas secara bersama-sama terhadap variabel terikat. Tingkatan yang digunakan adalah sebesar 0.5 atau 5%, jika nilai signifikan F < 0.05 maka dapat diartikan bahwa variabel independent secara simultan mempengaruhi variabel dependen ataupun sebaliknya (Ghozali, 2016).

Hipotesa pengujian dalam suatu eksperimen yaitu: H<sub>0</sub> : tidak ada pengaruh, jadi μ<sub>1</sub> = μ<sub>2</sub> = ... μ<sub>i</sub> = μ<sub>k</sub> H<sub>1</sub> : ada pengaruh, jadi sedikit ada satu μ<sub>1</sub> yang tidak sama.

Keputusan yang dibuat yaitu apabila F<sub>hitung</sub> lebih besar dari F<sub>tabel</sub> maka H<sub>0</sub> ditolak berarti terdapat pengaruh perlakuan, sedangkan apabila F<sub>hitung</sub> lebih kecil dari F<sub>tabel</sub> maka H<sub>0</sub> diterima sehingga tidak adanya pengaruh perlakuan.

Strategi *Pooling Up* dilakukan untuk mengestimasi variansi error pada analisis varian (Nasrullah, 2009).

Rasio S/N (*Rasio Signal to Noise*) menggunakan karakteristik kualitas *Larger to Better* yaitu semakin besar, semakin baik dengan rumus :  $S/N = - 10 \log [ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 ] \quad (5)$

Persentase kontribusi merupakan perbandingan masing-masing jumlah kuadrat faktor yang signifikan terhadap jumlah kuadrat total yang diamati (Nasrullah, 2009). Rumus persentase kontribusi untuk faktor A sebagai berikut:

Eksperimen konfirmasi dilakukan untuk

validasi terhadap kesimpulan hasil prediksi kombinasi parameter yang didapatkan dari analisa data sebelumnya yang dilakukan dengan menggunakan parameter optimal respon.

**1. Hasil dan Diskusi**

**1.1 Analisis Kekuatan Tarik**

Berdasarkan desain eksperimen yang dirancang yaitu untuk 3 faktor dan 2 level yang dilakukan 3 kali replikasi dengan matriks orthogonal L<sub>4</sub>(2<sup>3</sup>). Perhitungan Rasio S/N yang digunakan adalah semakin besar, semakin baik. Perhitungan Rasio S/N salah satu eksperimen dengan menggunakan rumus (5) sebagai berikut

**Tabel 3.1** Data Perhitungan Rasio S/N Pengujian Tarik

Eks	Faktor dan Interaksi			Y = S/N
	Kuat Arus (kA)	Waktu Las (cycle)	Diameter Elektroda (mm)	
1	10,5	20	6,5	68,779
2	10,5	25	12	69,821
3	11	20	12	69,930
4	11	25	6,5	70,151

**1.1 Pengolahan Data**

Berdasarkan data perhitungan Rasio S/N pengujian tarik pada Tabel 3.1, maka aka digunakan untuk perhitungan ANOVA setelah dilakukan strategi *pooling up* yang tertera pada Tabel 3.2 dibawah ini :

**Tabel 3.2** Anova for S/N Ratio

Variasi	df	SS	MS	Fhitung
Kuat Arus	1	0,5487	0,5487	3,26
Waktu Las	1	0,3990	0,3990	2,37
Diameter Elektroda	<i>Pooling Up</i>			
Error	1	0,1686	0,1686	
Total	3			

Pada penelitian ini menggunakan F tabel dengan tingkat kepercayaan 95% dan  $\alpha = 0,05$ . Berdasarkan Tabel 3.2 diatas menunjukkan bahwa secara statistik kuat arus dan waktu las kurang memberikan pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik, hal ini didasarkan nilai F hitung lebih kecil dari F tabel dengan nilai 161.

Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan parameter optimal yang bertujuan untuk mengetahui level optimal pada parameter terhadap respon dari suatu eksperimen.

- a. Faktor A (Kuat Arus)
  - Faktor A pada level 1 terdapat pada percobaan 1 dan 2.
  - $KA_1 = (68,779 + 69,821) \times \frac{1}{2}$
  - $KA_1 = 69,30$
  - Faktor A pada level 2 terdapat pada percobaan 3 dan 4.
  - $KA_2 = (69,930 + 70,151) \times \frac{1}{2}$
- b. Faktor B (Waktu Las)
  - Faktor B pada level 1 terdapat pada percobaan 1 dan 3.
  - $WL_1 = (68,779 + 69,930) \times \frac{1}{2}$
  - $WL_1 = 69,35$
  - Faktor B pada level 2 terdapat pada percobaan 2 dan 4.
  - $WL_2 = (69,821 + 70,151) \times \frac{1}{2}$
  - $WL_2 = 69,99$
- Faktor C (Diameter Elektroda)
  - Faktor C pada level 1 terdapat pada percobaan 1 dan 4.
  - $DE_1 = (68,779 + 70,151) \times \frac{1}{2}$
  - $DE_1 = 69,47$
  - Faktor C pada level 2 terdapat pada percobaan 2 dan 3.
  - $DE_2 = (69,821 + 69,930) \times \frac{1}{2}$
  - $DE_2 = 69,88$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai untuk setiap parameter pada level masing-masing. Semakin besar nilai hasil rata-rata S/N rasio maka semakin besar pula kontribusinya terhadap respon kekuatan tarik. Data tersebut tercantum dalam Tabel

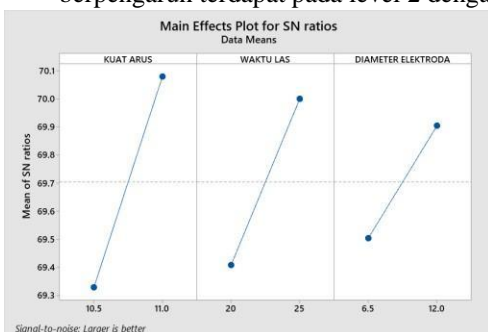
2.2 dibawah ini:

**Tabel 3.3** Parameter Optimal Kekuatan Tarik

Level	Kuat Arus	Waktu Las	Diameter Elektroda
1	69,30	69,35	69,47
2	70,04	69,99	69,88
Delta	0,74	0,63	0,41
Rank	1	2	3

Pada Tabel 3.3 menunjukkan bahwa parameter kuat arus yang optimal berada pada level 2 dengan nilai 70,04, parameter waktu las yang optimal berada pada level 2 dengan nilai 69,99, dan parameter diameter elektroda yang optimal berada pada level 2 dengan nilai 69,88.

Berdasarkan Gambar 3.1 merupakan grafik level faktor untuk respon kekuatan tarik menggunakan Minitab19 yang menunjukkan faktor A (kuat arus) paling berpengaruh pada level 2 dengan nilai 11 kA, faktor B (waktu las) paling berpengaruh pada level 2 dengan nilai 25 cycle, dan faktor C (diameter elektroda) paling berpengaruh terdapat pada level 2 dengan nilai 12 mm.



**Gambar 3.1** Grafik Level Optimal Kekuatan Tarik**1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil eksperimen kekuatan tarik dengan menggunakan metode Taguchi dengan karakteristik *Larger is Better* didapatkan hasil parameter yang paling berpengaruh terhadap kekuatan tarik adalah kuat arus pada level 2 yaitu 11 kA, waktu las pada level 2 yaitu 25 *cycle*, dan diameter elektroda pada level 2 yaitu 12 mm

**Daftar Pustaka**

- Agustriyana, L., Suryawan, Y., Sugiarto.(2011). Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Pengelasan pada Proses Las Titik (*Spot Welding*) Terhadap Kekuatan Tarik dan Mikrostruktur Hasil Las dari Baja Fasa Ganda (Feritte-Martensite). Jurusan Teknik Mesin. Universitas Brawijaya.
- Ahmad, A.(2022). Analisis Pengaruh Pembersihan Permukaan dan Kuat Arus Pengelasan Spot MIG Pada Material Aluminium 5083 terhadap Tegangan Geser dan *Metallography*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Bianto, A.(2022). Pengaruh Variasi Arus Pada *Spot Welding* Material Beda Jenis SUS 301 dan DIN 1.4003. Program Studi Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
- Faishol, M.(2018). Pengaruh Parameter *Spot Welding* pada *Ferritic Stainless Steel* Terhadap Korosi di PT. INKA. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Harahap, M.R.(2017). Analisa Pengaruh *Thickness, Force, dan Current* Pada Las *Resistance Spot Welding* Terhadap *Shear Strength* Dengan Metode Taguchi Pada Material *Type SUS 304* Pada Kontruksi Gerbong Kereta Api (*Car Body*). Jurusan Teknik Permesinan Kapal. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Purwanti, E.P., Sidi, P., Suhermanto, A.(2017). Analisa Pengaruh Parameter Pengelasan *Spot Welding* Terhadap *Shear Strength* Menggunakan Metode Taguchi. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya