

## Optimasi Parameter Pengelasan SMAW Terhadap Hasil Uji Tarik Menggunakan Metode Taguchi Pada Posisi 3G

Muhammad Lukman<sup>1</sup>, Abdul Hamid<sup>1</sup>, Muhammad Showi Nailul Ulum<sup>2\*</sup>.

<sup>1</sup> Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Fakultas Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banyuwangi  
Jl. Raya Jember No.KM13, Kawang, Labanasem, Kec. Kabat, Kab. Banyuwangi, Jawa Timur 68461

<sup>2</sup> Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof. Soedarto, S.H., Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

[Showy\\_ulum@polines.ac.id](mailto>Showy_ulum@polines.ac.id)

### Abstract

This research aims to optimize the Shielded Metal Arc Welding (SMAW) process parameters on tensile strength using the Taguchi method in the 3G welding position. The study investigates the effects of welding current, electrode type, and electrode soaking time on the quality of weld joints. The base material used was ASTM A36 steel, welded with E7016 and E7018 electrodes at current settings of 85 A and 95 A. The experimental design employed a Taguchi L4 ( $2^3$ ) orthogonal array, resulting in four parameter combinations. Performance analysis used the Larger is Better Signal-to-Noise (S/N) ratio approach. The optimum parameter combination was found at 85 A welding current, E7016 electrode, and 30 minutes of electrode soaking, achieving a maximum average tensile strength of 404.35 MPa. Analysis of Variance (ANOVA) revealed that the most influential factor on tensile strength was electrode soaking time (57.65%), followed by electrode type (32.38%), and welding current (9.97%). The absence of residual error indicates a highly efficient and reliable experimental model. This study confirms that the Taguchi method is an effective approach to optimize SMAW parameters, enhance weld joint quality, and minimize trial-and-error efforts in the welding process.

**Keywords:** SMAW Welding, Tensile Test, Taguchi Method, 3G Position, Parameter Optimization, ANOVA.

### 1. Pendahuluan

Pengelasan yang sering digunakan dalam dunia kontruksi secara umum adalah pengelasan dengan menggunakan metode pengelasan dengan busur nyala logam terlindung atau biasa disebut *Shielded Metal Art Welding* (SMAW). Metode SMAW banyak digunakan pada masa ini karena penggunaanya lebih praktis, lebih mudah pengoprasianya, dapat digunakan untuk segala macam posisi pengelasan dan lebih efisien (Agustiawan, R, dkk 2018).

Kualitas sambungan las sangat dipengaruhi oleh berbagai parameter pengelasan, seperti arus pengelasan, jenis elektroda, dan kecepatan pengelasan. Setiap parameter ini memiliki dampak yang signifikan terhadap sifat mekanik dari sambungan las, termasuk kekuatan tarik dan kekuatan material. Arus yang digunakan untuk pengelasan sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil las karena terjadinya perubahan struktur akibat pendinginan sehingga berpengaruh terhadap kekuatan bahan.

Uji tarik adalah metode yang umum digunakan untuk mengevaluasi kualitas sambungan las. Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok raw materials. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimana letak putusnya suatu sambungan las. Pembebaan tarik adalah pembebaan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda (Rizki Wahyudi, dkk, 2019).

Metode Taguchi adalah metode yang sudah banyak dikenal dalam mengoptimasi parameter-parameter proses dalam dunia manufaktur. Selain itu Metode Taguchi mampu mengurangi jumlah experiment secara signifikan (Arifin & Sulistyawan, 2017). Metode Taguchi menggunakan matriks orthogonal Array yang mampu mengevaluasi beberapa faktor dengan jumlah eksperimen minimum. Bagian terpenting dari matriks orthogonal array terletak pada pemilihan kombinasi level variabel-variabel input pada masing-masing eksperimen. Metode Taguchi menggunakan pengulangan eksperimen

untuk melihat faktor-faktor apa saja yang sangat berpengaruh terhadap hasil pengelasan (Hadiguna, dkk, 2023). Penelitian yang dilakukan oleh muhammad habib bari menunjukkan bahwa metode taguchi memiliki keunggulan menghasilkan kesimpulan mengenai respon faktor-faktor control yang menghasilkan respon optimum dan desain eksperimen Taguchi lebih efisien karena memungkinkan untuk melaksanakan penelitian yang melibatkan banyak faktor dan jumlah (Muhammad Habib Bari, 2021).

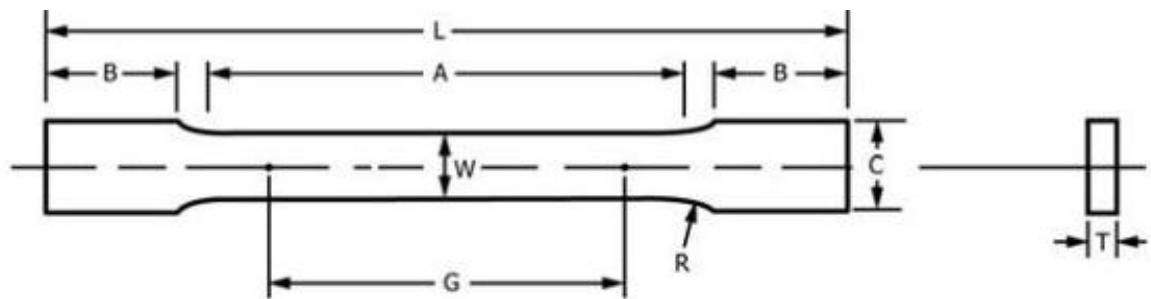
## 2. Material dan metodologi

Baja ASTM A36 adalah jenis baja karbon struktural standar yang ditetapkan oleh *American Society for Testing and Materials* (ASTM) dengan spesifikasi A36/A36M. Baja ini banyak digunakan dalam industri konstruksi, manufaktur, dan perkapalan karena memiliki kekuatan tarik yang baik, mudah dibentuk, dan dapat dilas dengan berbagai metode. Baja ASTM A36 termasuk baja yang memiliki komposisi karbon rendah (*low carbon steel*) karena memiliki kandungan karbon 0,25- 0,29% , mempunyai komposisi material dan *mechanic property* yang ditunjukkan pada Tabel di bawah ini

**Tabel 1.** Komposisi Kimia Baja ASTM A36

Element	Content
Carbon (C) max	0,25 – 0,29 % (tergantung ketebalan)
Copper (Cu) min	0,2 %
Iron (Fe)	98 %
Manganese (Mn) max	1,03 %
Phosphorus (P)	0,04 %
Silicon (Si)	0,4 % max
Sulfur (S) max	0,05 %
Sifat mekanik	Nilai
Tensile strength, Ultimate	58-80 ksi
Tensile strength, Yield	36 ksi
Elongation (in 200mm)	20 %
Elongation (in 50mm)	23 %
Modulus elasticity	29000 ksi

Pengujian tarik adalah dasar dari pengujian mekanik yang dipergunakan pada material. Dimana spesimen uji yang telah distandardisasi, dilakukan pembebanan sehingga spesimen uji mengalami peregangan dan bertambah panjang hingga akhirnya patah. Pengujian tarik relatif sederhana, murah dan sangat terstandarisasi dibanding pengujian lain. Hal-hal yang perlu diperhatikan agar pengujian menghasilkan nilai yang valid adalah; bentuk dan dimensi spesimen uji, pemilihan grips dan lain-lain. Standar pengujian yang digunakan dalam pengujian tarik adalah ASTM E8 dengan bentuk bahan logam yang akan diuji biasanya dibuat spesimen dengan dimensi seperti Gambar 1 di bawah ini.



**Gambar 1** Standar Pengujian Tarik ASTM E8

Dimana:

- A = 57 mm
- B = 50 mm
- C = 20 mm
- L = 200 mm
- W = 12,5 mm
- G = 50 mm
- R = 12,5 mm
- T = 10 mm

**Tabel 2.** Parameter Pengelasan

Parameter	Level	
	1	2
Kuat Arus	85 Ampere	95 Ampere
Jenis Elektroda	E7016	E7018
Waktu Perendaman	15 Menit	30 Menit

Desain eksperimen dalam percobaan ini menggunakan Tabel ortogonal ( $L_4 2^3$ ) seperti ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

**Tabel 3.** Tabel Ortogonal Array ( $L_4 2^3$ )

Eksperimen	A	B	C	1 (Mpa)	2 (Mpa)	3 (Mpa)	Rasio S/N
1	1	1	1				
2	1	2	1				
3	2	1	2				
4	2	2	2				

Untuk perhitungan manual dan pengujian data statistik dilakukan pada data hasil percobaan. S/N Ratio (*Signal to Noise Ratio*) merupakan salah satu tahapan analisis. *Signal to Noise Ratio* (SNR) dalam metode Taguchi digunakan untuk mengetahui nilai level faktor yang berpengaruh dan optimal bagi karakteristik kualitas dari hasil eksperimen. Larger is

*better* atau semakin besar semakin baik adalah karakteristik kualitas dengan rentang nilai yang tak terbatas dan non-negatif, dimana nilai semakin besar merupakan nilai yang diinginkan

$$S/N = -10 \log \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n} \right]$$

Dimana :

n = jumlah pengulangan

y = data dari percobaan

### 3. Hasil dan pembahasan

Hasil uji tarik specimen pengelasan pelat baja ASTM A36 yang disajikan dalam tabel 4 dapat dilihat untuk tegangan tarik specimen menunjukkan nilai rata-rata tegangan tarik ( $\sigma$ ) dengan nilai tertinggi adalah pada specimen ke-3 yaitu 402,09 Mpa dan nilai rata – rata tegangan tarik ( $\sigma$ ) terendah pelat baja ASTM A36 adalah pada specimen ke-4 dengan nilai tegangan tarik yaitu 375,16 Mpa.

**Tabel 4.** Nilai Signal to Noise Ratio (S/N Ratio)

E	Control Parameters			Experimental value			Average (Mpa)	S/N Rasio
	KA (Ampere)	JE	PE (Menit)	1 (Mpa)	2 (Mpa)	3 (Mpa)		
1	85	E7016	15	408,77	367,08	401,83	392,56	51,8561
2	85	E7018	15	405,85	394,70	387,97	396,18	51,9544
3	95	E7016	30	403,40	392,16	407,11	402,09	52,0851
4	95	E7018	30	407,24	389,58	328,64	375,16	51,3992

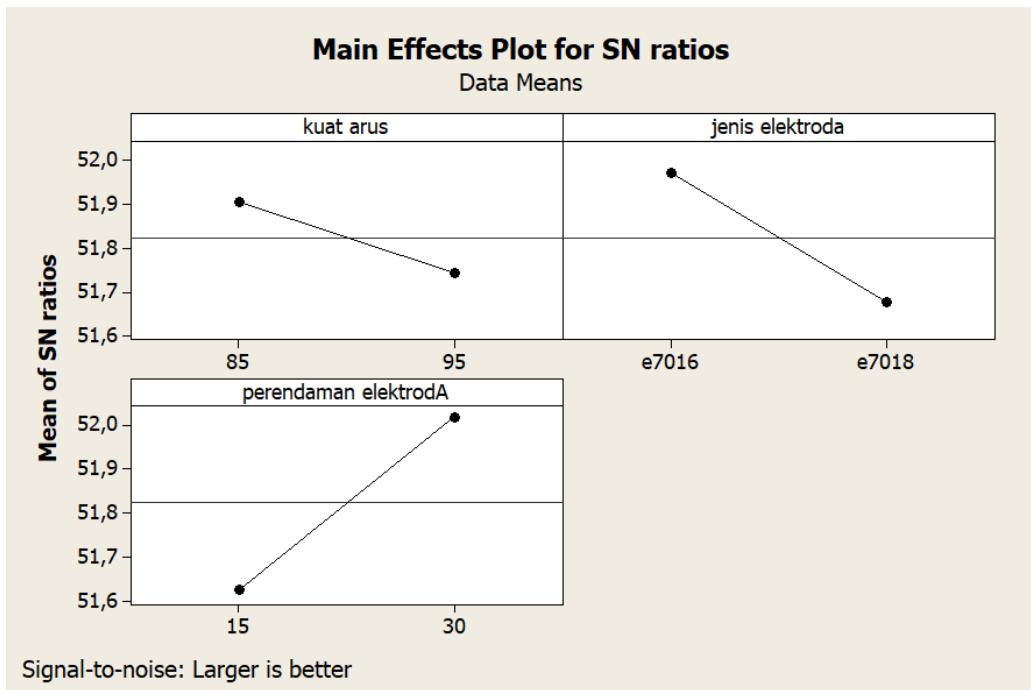
Berdasarkan **Tabel 4** menunjukkan hasil perhitungan S/N Ratio pengujian tarik percobaan ke-4 memiliki nilai minimum dengan nilai S/N Ratio diangka 51,3992 dan percobaan ke-3 memiliki nilai maksimum dengan nilai S/N Rasio diangka 52,0851.

Hasil perhitungan nilai S/N Ratio Larger Is Better pengujian tarik memiliki fungsi sebagai dasar untuk menarik kesimpulan dari nilai variabilitas setiap *control parameters* yang digunakan. Nilai variabilitas menunjukkan hubungan antara *control parameters* dan level yang memberikan noise terbesar atau terkecil. Data nilai variabilitas setiap *control parameters* dapat menghasilkan data variasi parameter terbaik dan urutan pengaruh dari setiap *control parameters* pada masing-masing pengujian. **Tabel 5** menunjukkan data nilai variabilitas kontrol parameter pengujian tarik.

**Tabel 5.** Data nilai control parameters

Control Parameter	Respon Nilai Rata-Rata S/N Rasio		
	Kuat Arus	Jenis Elektroda	Perendaman Elektroda
Level 1	51,91	51,97	51,63
Level 2	51,74	51,68	52,02
Delta	0,16	0,29	0,39
Rank	3	2	1

Dari **Tabel 5** dapat diketahui urutan *control parameters* yang berpengaruh terhadap nilai tegangan yaitu perendaman elektroda, jenis elektroda, kuat arus. Kombinasi parameter terbaik untuk mendapatkan nilai tegangan yang maksimum terdapat pada kuat arus 85 ampere, jenis elektroda E7016, dan waktu perendaman 30 menit. Plot untuk nilai S/N Ratio untuk setting optimal pada masing masing level dan faktor, yaitu kuat arus, jenis elektroda, perendaman elektroda ditunjukkan pada Gambar



**Gambar 2.** S/N Ratio Parameter

Dari Gambar dapat dilihat grafik paling tinggi menandakan nilai yang paling optimal, sehingga kondisi paling optimal untuk kombinasi setting parameter respon tegangan berdasarkan plot S/N Ratio ditunjukkan pada Tabel 4.4.

**Tabel 6.** Kombinasi setting parameter optimal

Parameter	Kombinasi Optimal
Kuat Arus	85 Ampere
Jenis Elektroda	E7016
Perendaman Elektroda	30 Menit

Perhitungan eksperimen konfirmasi ini dilakukan untuk mengetahui nilai optimasi rata-rata dan nilai variabilitas / signal to noise (Rasio S/N) pada kondisi optimal yang kemudian dibandingkan dengan nilai hasil eksperimen taguchi pada nilai rata-rata dan variabilitas / signal to rasio (S/N Rasio) pada perhitungan sebelumnya. **Tabel 4.5** menunjukkan data hasil eksperimen konfirmasi dapat dilihat sebagai berikut.

**Tabel 7.** Data hasil eksperimen konfirmasi

No	Faktor Kombinasi	Nilai	Mean (Mpa)	S/N Rasio
1	85 Ampere, E7016, 30	Prediksi	407,83	52,2482
2	Menit	Konfirmasi	405,50	51,3652

Berdasarkan **Tabel 7** menunjukkan nilai prediksi sebesar 407,83 Mpa dan nilai eksperimen konfirmasi optimal yaitu 405,50 Mpa. Dari data tersebut didapatkan nilai dengan selisih 3,48 Mpa. Hasil ini membuktikan bahwa prediksi Taguchi cukup akurat dan kombinasi parameter yang dihasilkan dapat diterapkan secara nyata dalam proses Pengelasan

Perhitungan ANOVA untuk proses optimasi parameter pengelasan dengan tujuan mendapatkan dan mengidentifikasi nilai kontribusi setiap faktor terhadap respon tegangan dari matriks ortogonal menggunakan analisis variansi dua arah berdasarkan data penelitian yang terdiri dari dua faktor atau lebih yang di aplikasikan pada software minitab. Hasil dari perhitungan ANOVA dikelompokkan berdasarkan setiap pengujian yang selanjutnya akan dilakukan analisis.

**Tabel 8.** Presentase pengaruh kontribusi setiap parameter

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	Kontribusi (%)
Kuat Arus	1	0,026606	0,026606	0,026606	9,97 %
Jenis Elektroda	1	0,086309	0,086309	0,086309	32,38 %
Perendaman Elektroda	1	0,153683	0,153683	0,153683	57,65 %
Residual Error	0				0 %
Total	3	0,266598			100 %

**Tabel 8** menunjukkan hasil perhitungan ANOVA persentase kontribusi parameter proses pengelasan pada pengujian tarik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai kontribusi kuat arus sebesar 9,97 % , jenis elektroda sebesar 32,38 %, dan perendaman elektroda sebesar 57,65 %. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa kontribusi yang mempengaruhi pengelasan adalah perendaman elektroda dengan besar nilai kontribusi 57,65 %.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan pembahasan yang telah dilakukan, maka optimasi parameter dengan metode Taguchi yang dipadukan dengan metode ANOVA dapat menentukan parameter optimum pengelasan untuk mendapatkan hasil pengujian tarik dengan nilai tegangan optimum beserta persentase kontribusi setiap parameter yang mempengaruhi hasil pengelasan SMAW.

1. Nilai kekuatan tarik optimal diperoleh dengan pengaturan kombinasi parameter pada kuat arus 85 ampere, jenis elektroda E7016, dan perendaman elektroda 30 menit menghasilkan kekuatan tarik 405,50 Mpa.
2. Presentase kontribusi yang mempengaruhi hasil pengelasan yaitu 9,97 % kuat arus, 32,38 % jenis elektroda, 57,65 % perendaman elektroda. Nilai peresentase kontribusi setiap parameter ini dapat dijadikan acuan untuk merubah nilai kekuatan tarik yang di inginkan secara signifikan pada hasil pengelasan SMAW.

## Daftar Pustaka

- [1] Agustian, R., & Imran, I. (2018, December). Analisa Besar Arus Pengelasan terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan pada Sambungan Plat Baja Karbon ST 40 dengan Menggunakan Pengelasan SMAW. In *Seminar Nasional Industri dan Teknologi* (pp. 141-150).
- [2] Arfiansyah, A. F., & Rasyid, A. H. A. (2023). Analisis Pengaruh Variasi Arus Pada Pengelasan SMAW Baja ST 60 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Porositas. *Jurnal Teknik Mesin*, 11(03), 53-58.
- [3] Arifin, A., & Sulistyawan, T. (2017). Peningkatan kualitas sambungan las baja karbon rendah dengan metode taguchi. *FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 2(1).
- [4] Athreya, S., & Venkatesh, Y. D. (2012). Application of Taguchi method for optimization of process parameters in improving the surface roughness of lathe facing operation. *International Refereed Journal of Engineering and Science*, 1(3), 13-19.
- [5] Azwinur, A., & Muhazir, M. (2019). Pengaruh jenis elektroda pengelasan SMAW terhadap sifat mekanik material SS400. *Jurnal Polimesin*, 17(1), 19-25.
- [6] Azwinur, A., Jalil, S. A., & Husna, A. (2017). Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik pada proses pengelasan SMAW. *Jurnal Polimesin*, 15(2), 36-41.
- [7] Budiman, H. (2016). Analisis pengujian tarik (tensile test) pada baja st37 dengan alat bantu ukur load cell. *J-ENSITEC*, 3(01).
- [8] Hadiguna, R. A., & Ramadhianto, A. (2023, October). Optimalisasi Parameter Teknik Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dengan Menggunakan Metode Taguchi. In Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) (Vol. 1, pp. 860-869).
- [9] Juniarinto, F. (2021). PERBANDINGAN JENIS ELEKTRODA E7016 DAN E7018 TERHADAP SIFAT MEKANIK HASIL PENGELASAN SMAW. *Hexagon*, 2(2), 7-10.
- [10] Mohruni, A. S., & Kembaren, B. H. (2013). Pengaruh Variasi Kecepatan Dan Kuat Arus Terhadap Kekerasan, Tegangan Tarik, Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda E6013. *Jurnal Rekayasa Mesin Universitas Sriwijaya*, 13(1), 1-8.
- [11] Muhammad Habib Bari, H. (2021). Optimasi Parameter Proses Pada 3D Printing FDM Terhadap Kekuatan Tarik Filament PLA Food Grade Menggunakan Metode Taguchi L27 (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).
- [12] Pratama, R. Y., Basuki, M., & Pranatal, E. (2020, July). Pengaruh variasi arus pengelasan smaw untuk posisi pengelasan 1g pada material baja kapal ss 400 terhadap cacat pengelasan. In Prosiding Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN) (Vol. 2, No. 1, pp. 203-209).
- [13] Prayoga, F. R. (2024). Analisa Pengaruh Parameter Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Sambungan pada Baja ST37 (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bengkalis).
- [14] Rifaldi, A., Ryadin, A. U., & Hakim, A. R. (2021). Pengaruh Suhu Preheating Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Pelat Baja ASTM A36 Pada Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW). *Sigma Teknika*, 4(1), 81-90.
- [15] Umartono, A. S., & Latif, A. (2019). Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan SMAW dengan Elektroda E7018 terhadap Kekuatan Tarik pada Baja JIS G3113. *Wahana Teknik*, 8(1), 27-48.

- [16] Wahyudi, R., Nurdin, N., & Saifuddin, S. (2019). Analisa pengaruh jenis elektroda pada pengelasan SMAW penyambungan baja karbon rendah dengan baja karbon sedang terhadap tensile strenght. Journal of Welding Technology, 1(2), 43-47.