

# OPTIMASI PARAMETER PENGELASAN *PULSE CURRENT* GTAW TERHADAP NILAI DISTORSI PADA MATERIAL SA240 TYPE 304L

Andre Welda Pratama <sup>1\*</sup>, Endang Pudji Purwanti <sup>2</sup>, Mochammad Karim Al Amin <sup>3</sup>

Program Studi Teknik Pengelasan, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111<sup>1\*</sup>

Email: awelda123@gmail.com

**Abstract** – TIG pulse current or GTAW has various parameters that can affect the distortion value, including frequency, current, and flowrate. Optimization is carried out to find the optimal parameters in TIG pulse current welding on distortion, when an optimal parameter is found, a process becomes more optimal and effective. Taguchi and ANOVA methods are used because they are able to improve quality from before the process and during the process so that it is used in this study. The contribution of each parameter to the influence of the distortion value is also calculated to be able to produce a precise and accurate analysis. In this welding, the optimum value is obtained and produces the average value of the test with the least distortion value is the frequency of 3hz, current 1A, and flowrate 12 L/min., and for the percent contribution of each parameter to signal to noise ratio value is 79,88% at frequency, 19,43% at current, and 0,09% at flowrate.

**Keyword:** Pulse current, GTAW, Distortion, Taguchi

## 1. PENDAHULUAN

*Stainless steel* merupakan material yang sering dipergunakan pada Industri, stainless steel dipergunakan pada industri karena merupakan baja paduan dengan kandungan paduan tinggi (*high alloy steel*) dan mempunyai sifat yang cocok untuk korosi dan ketahanan suhu tinggi [1]. Sifat tahan korosi disebabkan oleh oksida yang stabil lapisan (terutama *chrome*) yang melekat pada permukaan dan melindungi baja dari korosif lingkungan.

Dengan sifat tahan korosi yang dimiliki oleh *stainless steel*, maka material tersebut sangat cocok untuk digunakan pada pembuatan gerbong kereta, pembuatan gerbong kereta yang terdapat pada Indonesia biasanya menggunakan teknologi *Laser Beam Welding*, Teknologi tersebut memang sangat cepat dalam melakukan proses pengelasan dan mampu melaksanakan pekerjaan secara cepat dan akurat[3], namun harga mesin tersebut lumayan mahal dan memiliki *maintenance* yang relatif sulit, sehingga diperlukan alternatif yang memang memiliki *maintenance* lebih mudah dan memiliki biaya produksi yang murah, salah satunya adalah TIG *Welding*, pada TIG *Welding* dapat dilakukan proses pengelasan pada gerbong kereta berbahan *stainless steel type 304L* dan memiliki ketebalan kurang dari 5 mm lebih murah daripada LBW, dikarenakan pada pengelasan TIG dapat digunakan tanpa *filler metal (autogenous)*.

Dalam menggunakan pengelasan TIG untuk plat tipis jika menggunakan pengelasan dengan tipe arus *continuous* maka masukan panas yang terjadi saat proses pengelasan dapat terlalu

tinggi sehingga menyebabkan distorsi terjadi, distorsi yang terjadi pada pengelasan dapat mengakibatkan kualitas produk menjadi menurun, dan mengurangi ketahanan gerbong kereta saat digunakan untuk operasional, oleh karena itu dibutuhkan proses pengelasan yang menghasilkan masukan panas yang rendah untuk meminimalisir distorsi yang terjadi pada proses pengelasan, salah satu metode pengelasan yang dapat digunakan untuk mengurangi distorsi adalah pengelasan *pulse current* TIG, dimana metode ini mengkombinasikan arus rendah dan arus tinggi pada saat melakukan proses pengelasan, dimana hal ini dapat menurunkan masukan panas yang terjadi selama proses pengelasan dan menghasilkan kualitas lasan yang baik serta memiliki nilai distorsi yang rendah.

Dalam pengelasan *pulse* TIG memerlukan beberapa pengaturan parameter yang lebih kompleks dibandingkan dengan pengelasan *continuous* TIG, dimana pada pengelasan *pulse* diperlukan pengaturan frekuensi, *base ampere*, *peak ampere*, dan juga weld time, dimana dalam melakukan pengaturan terkait parameter *pulse* tersebut masih jarang sekali diketahui karena penggunaan yang jarang pada industri, sehingga diperlukan eksperimen untuk menentukan parameter yang dapat meminimalkan nilai distorsi, dimana distorsi dapat diakibatkan oleh pengelasan yang menggunakan frekuensi tinggi [5].

Pada eksperimen ini dilakukan penelitian menggunakan metode Taguchi dan ANOVA, dikarenakan dalam metode Taguchi dapat mengetahui parameter yang memiliki

pengaruh besar pada nilai distorsi dan ANOVA dapat mengetahui persentase kontribusi dari sebuah parameter dalam pengelasan *pulse current* GTAW [2], serta dapat melakukan optimasi supaya dalam proses pengelasan *pulse* TIG dapat memiliki nilai yang kecil.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Metode Penelitian

Pada penelitian ini pengelasan yang digunakan adalah TIG *pulse current*, dengan menggunakan pengaturan parameter sesuai dengan *Design of Experiment* yang telah dibuat dimana faktor yang menjadi control [4] adalah frekuensi, *current*, dan *flowrate* berikut untuk Tabel 1. faktor dan level yang digunakan pada penelitian ini :

Tabel 1. Faktor Kontrol Penelitian

Faktor	Kode	Level 1	Level 2
Frekuensi	A	3 hz	5 hz
<i>current</i>	B	1A	1B
<i>Flowrate</i>	C	12 L/min	18 L/min

Pada *current* diberikan kode untuk memberikan kemudahan dalam penelitian ini dimana untuk kode 1A menggunakan *start current* 65A dan 100A untuk *final current* sedangkan untuk 1B menggunakan *start current* 75A dan 120A untuk *final current*. Dimana pada penelitian yang dilakukan oleh [2] faktor-faktor tersebut memiliki pengaruh signifikan dalam proses pengelasan *pulse*. Dan untuk metode pengujian distorsi menggunakan metode *fixed point*.

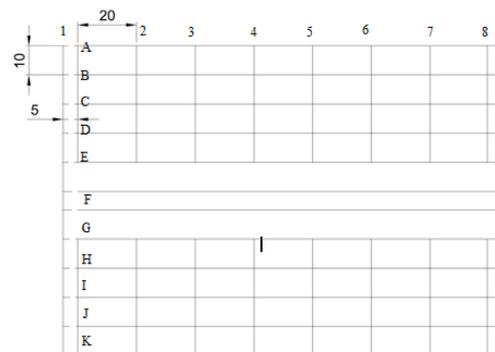
Dalam pembuatan *Design of Experiment* Taguchi, matriks yang digunakan dalam penelitian ini adalah matriks L8(2<sup>7</sup>) dimana dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2. Matriks L8(2<sup>7</sup>)

Eksperimen Ke-	Frekuensi i (hz)	<i>Curren t</i> (code)	<i>Flowrat e</i> (L/min)
1	3	1A	12
2	3	1A	18
3	3	1B	12
4	3	1B	18
5	5	1A	12
6	5	1A	18
7	5	1B	12
8	5	1B	18

### 2.2 Pengujian Distorsi

Dalam melakukan pengujian distorsi terdapat beberapa metode, dalam penelitian ini digunakan metode *fixed point* dimana dalam melakukan pengujian ini dibutuhkan dial indicator untuk mengukur ketinggian dari distorsi yang terjadi. Pada pengujian *fixed point* terlebih dahulu dibuatkan titik titik perpotongan untuk mengukur nilai distorsi setiap titik, dimana nantinya setelah melakukan pengukuran setiap titik distorsi dilakukan perhitungan rata-rata yang nantinya dilakukan optimasi. Berikut untuk ukuran spesimen, dan jarak titik pengukuran distorsi pada Gambar 1. dimana untuk distorsi yang dihitung pada penelitian ini adalah distorsi yang terjadi secara memanjang dan secara melintang



Gambar 1. Titik Pengujian Distorsi

Pada Gambar 1. Terlihat bahwa pada arah longitudinal memiliki 11 titik sedangkan arah transversal memiliki 8 titik jadi total semua ada 88 titik. Titik-titik pengujian didapatkan dengan cara mencari perpotongan tiap garis yang telah dibuat, nantinya dial diletakkan pada tiap titik yang terdapat pada tiap spesimen dan nilai yang tercatat dalam dial indicator dicatat. Berikut untuk Gambar 2. yaitu *dial indicator* yang digunakan dalam penelitian ini



Gambar 2. Dial Indicator

### 2.3 Pengelasan TIG Pulse

Dalam melakukan pengelasan TIG *Pulse* diperlukan mesin las yang juga dapat melakukan proses pengelasan *pulse* dikarenakan tidak semua mesin las *pulse* dapat dilakukan pengelasan TIG *Pulse*, sehingga perlu diperhatikan dalam pemilihan mesin las, untuk pengelasan yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan secara *autogenous* (tanpa *filler metal*) dan untuk gas yang digunakan adalah 99% gas argon, berikut adalah Gambar 3. dokumentasi saat proses pengelasan dilakukan



Gambar 3. Proses Pengelasan TIG *Pulse*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengelasan, selanjutnya nilai distorsi dihitung dan setelah dihitung disajikan dalam tabulasi data.

#### 3.1 Hasil Pengujian Distorsi

Berikut untuk Tabel 3. yang merupakan hasil pengujian distorsi pada penelitian ini  
 Tabel 3. Hasil Pengujian Distorsi

No	Nilai Distorsi 1 (mm)	Nilai Distorsi 2 (mm)
1	0,65	1,2
2	0,62	1,43
3	1,43	1,61
4	1,58	1,41
5	2,11	2,27
6	2,25	2,09
7	3,21	2,82
8	2,92	3,14

Tabel 3 memberikan penyajian data hasil eksperimen yang telah dilakukan dengan menggunakan proses pengelasan GTAW dan dilaksanakan eksperimen sebanyak 16 kali. Yang memuat hasil dari pengujian yang telah dilakukan sesuai dengan *Design of Experiment* yang telah

dibuat. dimana pada Tabel 2. memuat data parameter yang digunakan dan nilai distorsi yang dihasilkan dari tiap parameter yang dilakukan replikasi sebanyak 2 kali.

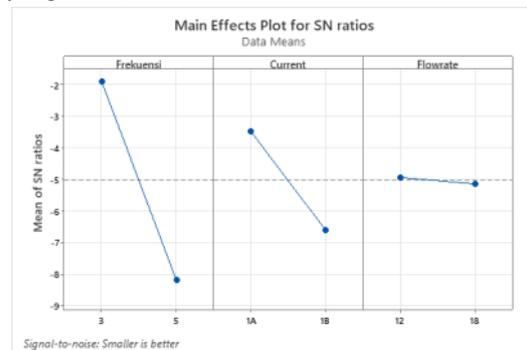
#### 3.2 Hasil Eksperimen Taguchi

Selanjutnya adalah penentuan parameter optimal yang digunakan pada eksperimen ini, penentuan parameter ini ditentukan dengan menggunakan metode taguchi dan juga ANOVA, untuk memudahkan proses perhitungan digunakanlah software MINITAB 2017, berikut Tabel 4. hasil dari perhitungan dengan menggunakan software MINITAB 2017 dengan respon *smaller is better*.

Tabel 4. Nilai SNRA Eksperimen Taguchi

Eksperimen Ke-	Nilai Distorsi 1 (mm)	Nilai Distorsi 2 (mm)	SNRA
1	0,65	1,2	0,31
2	0,62	1,43	-0,71
3	1,43	1,61	-3,65
4	1,58	1,41	-3,51
5	2,11	2,27	-6,81
6	2,25	2,09	-6,73
7	3,21	2,82	-9,60
8	2,92	3,14	-9,63

Setelah nilai *signal to noise ratio* ditemukan, dicari nilai SNRA yang memiliki nilai tertinggi, nilai SNRA yang tertinggi artinya kombinasi dari tiap parameter tersebut optimum terhadap respon *smaller is better*[1]. Nilai SNRA terbesar terdapat pada kombinasi parameter eksperimen ke 1 yaitu frekuensi 3 hz, *current* 1A, dan *flowrate* 12 L/min. Kombinasi parameter ini menghasilkan nilai distorsi yang minim dibanding dengan kombinasi parameter yang lain. Dapat dilihat pada Gambar 4. plot berikut, dimana level 1 dari tiap parameter menghasilkan nilai SNRA yang besar,



Gambar 4. Plot *Signal to Noise Ratio* terhadap distorsi

### 3.3 Hasil Pengujian ANOVA

Setelah dilakukan penentuan parameter optimum pada eksperimen ini, dilanjutkan dengan Uji ANOVA, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh yang diberikan oleh masing-masing faktor terhadap nilai distorsi, untuk jenis uji ANOVA yang digunakan adalah pengujian ANOVA dengan dua arah, dimana pada pengujian ini dapat diketahui berapa persen kontribusi yang diberikan dari tiap faktornya. Berikut ini tabel hasil pengujian ANOVA

Pada penentuan hipotesis eksperimen ini taraf signifikansi yang digunakan adalah  $\alpha=0,05$  dimana  $H_0$  ditolak apabila nilai  $P\text{-value} \leq \alpha$ , dan  $H_0$  diterima apabila nilai  $P\text{-value} > \alpha$ , berikut Tabel 5. output dari software MINITAB 2017 terhadap respon nilai *signal to noise ratio* :

Tabel 5. Pengujian ANOVA

Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa

Source	DF	Seq SS	Adj SS	P-Value
Frekuensi	1	79,52	79,52	0,00002
Current	1	19,34	19,34	0,00033
Flowrate	1	0,086	0,086	0,48
Error	4	0,59	0,59	
Total	7	99,55		

*P-Value* yang memiliki nilai kurang dari 0,05 adalah pada faktor frekuensi dan faktor *current*, dan untuk *flowrate* memiliki nilai lebih dari 0,05.

### 3.4 Persentase Kontribusi

Persentase kontribusi digunakan untuk melakukan perhitungan kontribusi dari setiap faktor yang terdapat pada eksperimen, dengan menyajikan data secara persentase faktor-faktor yang berpengaruh dapat diketahui dengan akurat persentasenya. Dalam menentukan faktor kontribusi ini dilakukan perhitungan dengan bantuan software MINITAB 2017 Berikut untuk Tabel 6. 1 persentase kontribusi dengan respon *signal to noise ratio*

Tabel 6. Persentase Kontribusi dengan respon *signal to noise ratio*

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS
Frekuensi	1	79,52	79,88%	79,52	79,52
Current	1	19,34	19,43%	19,34	19,34
Flowrate	1	0,086	0,09%	0,086	0,086
Error	4	0,59	0,60%	0,59	0,14
Total	7	99,55	100,00%		

Pada Tabel 6. persentase kontribusi dengan respon *signal to noise* terlihat bahwa faktor yang memiliki persentase kontribusi tertinggi terhadap variabilitas nilai rata-rata pengujian distorsi

adalah frekuensi dengan kontribusi sebesar 79,88 % dan kontribusi terbesar kedua adalah *current* dengan kontribusi sebesar 19,43%, sedang untuk *flowrate* hanya memiliki kontribusi sebesar 0,09 %

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, berikut kesimpulan yang diambil :

1. Berdasarkan hasil pengolahan parameter pengelasan berdasarkan metode Taguchi, nilai optimal parameter yang memiliki nilai distorsi yang minimum pada pengelasan *pulse current* adalah Frekuensi sebesar 3 hz, *Current* 1A, dan *Flowrate* sebesar 12 L/min
2. Dalam menentukan persentase kontribusi metode yang digunakan adalah ANOVA, dimana untuk Persentase kontribusi dari tiap parameter pengelasan *pulse current* terhadap nilai rata-rata distorsi adalah. Frekuensi sebesar 79,88%, *Current* sebesar 19,43% %, dan *Flowrate* sebesar 0,09 %

### 5. PUSTAKA

- [1] A. Ahmad and S. Alam, "Grey Based Taguchi Method for Optimization of TIG Process Parameter in Improving Tensile Strength of S30430 Stainless Steel," in IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, vol. 404, no. 1, p. 012003: IOP Publishing.
- [2] Baskoro, A S, Kiswanto, G and Widianto, A. 2020. *Optimization of PC-GTAW Orbital Welding Parameters of AISI 304L Stainless steel pipe using ANOVA and Taguchi Method*. Depok : Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering Universitas Indonesia, 2020.
- [3] Irwan, Soejanto. 2009. *Desain Eksperimen Dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta : Graha Ilmu, 2009.
- [4] J. Xu, J. Chen, Y. Duan, C. Yu, J. Chen, and H. Lu, "Comparison of residual stress induced by TIG and LBW in girth weld of AISI 304 stainless steel pipes," Journal of Materials Processing Technology. 248 pp. 178-184, 2017.
- [5] Mirzaei. 2013. *Study of welding velocity and pulse frequency on gas metal arc welding*. tehran : s.n., 2013.