

OPTIMASI PENGELASAN *DISIMILAR METAL* SS 304 DAN *MILD STEEL* UNTUK MEMINIMALKAN EFEK DISTORSI

Bambang Margono^{1*}, Edy Suryono¹, Petrus Heru Sudargo², Abdul Fatah¹

¹Program Studi D-III Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi "Warga" Surakarta, Surakarta, Indonesia

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Politama, Surakarta, Indonesia

*E-mail: edysuryono@sttw.ac.id

ABSTRAK

Industri manufaktur berkembang sangat pesat termasuk di dalamnya pengelasan. Proses pengelasan memiliki tren yang meningkat terutama bidang rangka kapal, struktur jembatan, konstruksi kereta api dan lain-lain. Pengelasan memiliki karakter sambungan yang kuat, ringan dan sederhana. Sambungan las untuk logam yang berbeda memiliki perkembangan yang cukup signifikan dan memiliki tantangan tersendiri. Logam yang banyak digunakan misalnya material SS 304 dan *Mild Steel*. Salah satu kendala pengelasan beda logam adalah terjadinya distorsi. Distorsi terjadi dikarenakan tegangan *thermal* yang berlebih pada saat proses pengelasan, sehingga mengakibatkan perubahan dimensi pada logam tersebut. Hal ini mengakibatkan proses perakitan yang cukup sulit. Tujuan penelitian ini adalah mencari nilai pengaturan parameter pengelasan yang optimal untuk pengelasan antara material SS 304 dan *Mild Steel*, menggunakan pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW). Parameter pengelasan dicari menggunakan metode Taguchi. Variabel parameter pengelasan meliputi tebal plat (mm), panjang pengelasan (mm), kuat arus (A), dan sudut pengelasan (°). Hasil penelitian menunjukkan kombinasi faktor dan level optimal untuk pengelasan plat SS 304 dan *Mild Steel* yang direkomendasikan adalah menggunakan ketebalan plat 3 mm, panjang pengelasan 100 mm, arus las 100 A, dan sudut pengelasan 80°.

Kata kunci: pengelasan; SS 304; *Mild Steel*; distorsi; metode Taguchi

ABSTRACT

The manufacturing industry is growing very rapidly, including welding. The welding process has an increasing trend, especially in the fields of ship trusses, bridge structures, railway construction, and others. Welding has the character of a strong connection, lightweight and simple. Welded joints for dissimilar metals have developed quite significantly and have their challenges. Metals that are widely used include SS 304 and Mild Steel. One of the problems with meta-dissimilar welding is distortion. Distortion occurs due to excessive thermal stress during the welding process, resulting in a change in the dimensions of the metal. This results in a fairly difficult assembly process. The purpose of this study was to find the optimal welding parameter setting value for welding between SS 304 material and Mild Steel, using Gas tungsten arc welding (GTAW). Welding parameters were searched using the Taguchi method. Welding parameter variables include plate thickness (mm), welding length (mm), strong current (A), and Welding Angle (°). The results of the combination of factors and optimal levels for welding SS 304 and Mild Steel plates that are recommended are using the plate thickness of 3 mm, a welding length of 100 mm, a welding current of 100 A, and a welding angle of 80°.

Keywords: welding; SS 304; *Mild Steel*; distortion; Taguchi method

1. PENDAHULUAN

Pengelasan adalah salah satu proses manufaktur yang paling banyak digunakan dalam industri manufaktur dan konstruksi, baik dalam produksi dan pemeliharaan yang sangat luas, termasuk navigasi, jembatan, rangka baja, pipa, kendaraan kereta api, dll. Pengelasan logam berbeda banyak digunakan dalam industri kimia minyak bumi, pengolahan makanan, pembangkit listrik, kapal, kereta api, dan sebagainya [1],[2], [3], [4], [5].

Banyak perusahaan di bidang konstruksi mengaplikasikan pengelasan logam tidak sejenis[4], hal ini bertujuan untuk memenuhi ketahanan korosi dan penghematan material, karena tidak ekonomis seluruh material menggunakan baja tahan karat. Distorsi merupakan salah satu permasalahan yang muncul pada pengelasan sambungan dua logam berbeda [6]. Distorsi adalah berubahnya ukuran dimensi hasil pengelasan yang disebabkan oleh tegangan *thermal* [7]. Ukuran presisi menjadi tidak didapat karena distorsi dimensi, sehingga menyulitkan pada proses perakitan selanjutnya. Salah satu Teknik yang digunakan untuk mengurangi distorsi adalah teknik *Post Weld Heat Treatment* (PWHT).

Idra Putra [8], hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan tarik tertinggi diperoleh untuk spesimen dengan waktu pemanasan 80 detik sebesar 398,23 MPa. Kekuatan Tarik terendah terjadi pada waktu 70 detik sebesar 232,4 MPa. Hasil kekuatan *impact* tertinggi terdapat pada waktu 90 detik dengan harga *impact* sebesar 813,75 N/m. Secara umum penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu gesek akan meningkatkan nilai kekuatan tarik dan kekuatan *impact* [9].

Adi Frayudi [10] telah melakukan penelitian berupa efek waktu gesek untuk pengelasan gesek baja karbon rendah terhadap kekuatan tarik dan kekerasan. Hasil penelitian didapat kekuatan tarik tertinggi pada perlakuan pemanasan selama 8 menit sebesar 305,15 MPa. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada area las sebesar 212,8 VHN, sedangkan daerah HAZ rata-rata kekerasannya adalah 174,08 VHN, dan rata-rata kekerasan di logam induk sebesar 158,96 VHN.

Hamdi [11], penelitian yang difokuskan pada posisi pengelasan dan *heat input*. Hasilnya menunjukkan bahwa posisi pengelasan 1G memiliki distorsi paling besar dibanding posisi pengelasan 2G dan posisi pengelasan 3G. Posisi pengelasan 1G nilai distorsi sebesar 5,42 mm dan *heat input* 1,7 kJ/mm, distorsi pada posisi pengelasan 2G adalah 2,39 mm dan *heat input* 0,7 kJ/mm. Penelitian ini menyimpulkan bahwa posisi pengelasan mempengaruhi nilai *heat input*, dimana peningkatan *heat input* akan mengakibatkan peningkatan nilai distorsi.

Metode Taguchi [12] dipilih dalam rangka meminimalkan jumlah spesimen penelitian yang akan dilakukan. Sehingga dapat lebih fokus pada permasalahan yang diteliti dan lebih menghemat biaya penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai *setting* optimal untuk meminimalkan efek tegangan *thermal* berupa distorsi pada sambungan logam berbeda jenis SS 304 dan *Mild Steel* pada pengelasan GTAW dengan metode Taguchi.

2. METODE

Penelitian menggunakan bahan utama berupa SS 304 dan *Mild Steel*. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah alat bantu pencekaman dan penekanan, *clamp*/klem, *dial*, *indicator*, las GTAW, *welding torch*, *filler*, topeng las, gerinda potong, tang kombinasi, jangka sorong, kunci ring dan pas set, gergaji

besi, dan ragam. Penelitian ini menggunakan cara eksperimental, maka persiapan didasarkan pada persiapan alat dan bahan, pembuatan spesimen dan pengujian atau pengukuran. Metode Taguchi didasarkan pada perhitungan nilai rata-rata dalam mendapatkan pengaturan level optimal, sehingga diharapkan mendapatkan nilai rata-rata penyimpangan yang rendah. *Signal Noise Ratio* (SNR) digunakan untuk mendapatkan faktor-faktor yang memiliki pengaruh pada pengurangan variasi karakteristik kualitas. Rasio SNR yang dipilih lebih kecil lebih baik dengan level faktor pada Tabel 1.

Tabel 1. Data nilai peringkat (level)

Faktor	Level 1	Level 2	Level 3
Tebal plat (mm)	1	2	3
Panjang lasan (mm)	100	150	200
Kuat arus (A)	80	90	100
Sudut lasan (°)	70	80	90

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian distorsi pada material sampel dilakukan sebanyak yang masing-masing faktor dan level dilakukan pengujian 3 kali sehingga jumlah keseluruhan untuk pengujian faktor dan level sebanyak 27. Data *anova* pengujian distorsi ada pada Tabel 2 dan Tabel 3. Dengan faktor tebal plat, panjang pengelasan, kuat arus dan sudut pengelasan terhadap nilai rata-rata distorsi *angular*.

Tabel 2. Data *anova* pengujian distorsi *angular*

Variasi	Dk	SS	MS	F hitung	F tabel
A	2	96.736	48.368	-2.500	3,55
B	2	116.691	58.345	-3.047	3,55
C	2	97.263	48.631	-2.513	3,55
D	2	93.676	46.838	-2.421	3,55
(error)	18		-1.07472		

Berdasarkan hasil perhitungan yang ditunjukkan pada Tabel 2 diperoleh faktor-faktor yang berkontribusi besar terhadap variabel respon distorsi meliputi arus las (Ampere), ketebalan plat (mm), sudut pengelasan (°), dan panjang pengelasan (mm), dimana $F_{hitung} < F_{tabel}$.

Tabel 3. Data *anova* pengujian distorsi *angular*

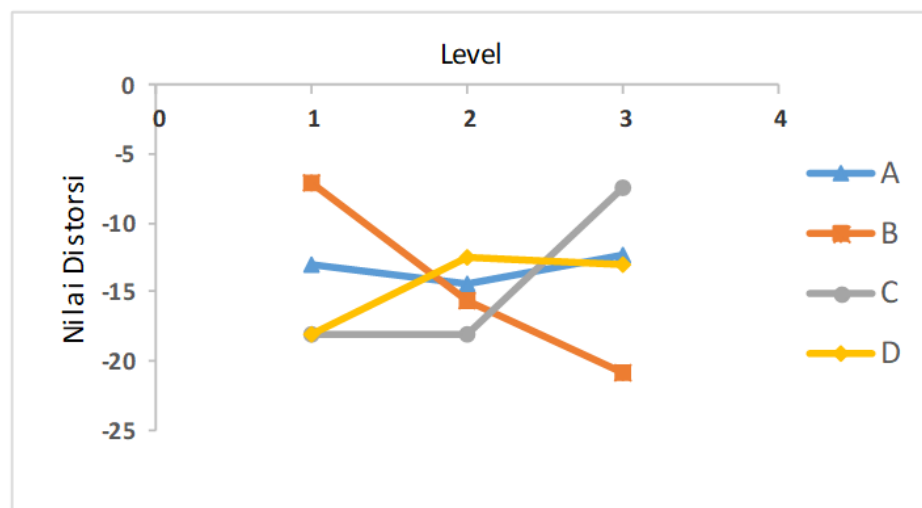
Level	A	B	C	D
Level 1	2.41	0.59	2.59	3.88
Level 2	2.21	1.40	1.97	2.13
Level 3	1.33	3.36	1.39	1.53
Selisih	1.08	2.77	1.2	2.35
Ranking	1	4	2	3
Minimum	A3	B1	C3	D3

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor yang mengakibatkan terjadinya distorsi pada proses pengelasan SS 304 dan *Mild Steel* adalah faktor tebal plat (A), panjang pengelasan (B), kuat arus (C), dan Sudut pengelasan (D). Tebal plat sangat mempengaruhi terjadinya distorsi, semakin tipis material terjadinya distorsi semakin tinggi seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 4. Data nilai optimal tiap faktor nilai distorsi

Faktor	A	B	C	D
Level 1	-12.958	-7.025	-18.029	-18.098
Level 2	-14.480	-15.618	-18.083	-12.431
Level 3	-12.352	-20.917	-7.453	-13.037
Selisih	-2.128	-13.892	-9.63	-5.667
Ranking	1	4	3	2
Optimum	A3	B1	C3	D2

Metode Taguchi dilakukan untuk memilih level dan faktor memberikan rata-rata nilai distorsi yang optimal. Seperti yang tercantum dalam Tabel 4 level faktor optimal yang dihasilkan dalam proses pengelasan terhadap bahan SS 304 dan *Mild Steel* adalah A3 B1 C3 D2. Hal ini menunjukkan bahwa untuk nilai optimal distorsi pada proses pengelasan terhadap bahan SS 304 dan *Mild Steel* diperlukan *setting* parameter sebagai berikut tebal plat 3 mm, panjang pengelasan 100 mm, kuat arus 100 A, dan sudut pengelasan 80°.



Gambar 1. Grafik nilai optimal tiap level

Faktor dominan adalah variabel yang diperkirakan berpengaruh terhadap proses terjadinya distorsi pada hasil pengelasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor yang berpengaruh terjadinya distorsi pada proses pengelasan SS 304

dan *Mild Steel* adalah faktor tebal plat (A), panjang pengelasan (B), kuat arus (C), dan Sudut pengelasan (D). Kuat arus mempengaruhi nilai distorsi, di mana distorsi terendah terjadi pada kuat arus 100 A, dan distorsi tertinggi terjadi pada kuat arus 80 A, hal ini sesuai dengan penelitiannya Amir Arifin [13]. Peningkatan arus sebanding dengan peningkatan panas yang terjadi yang berakibat meningkatnya tegangan sisa dan distorsi [14], sedangkan hasil penelitian menunjukkan bahwa tebal plat sangat mempengaruhi terjadinya distorsi, semakin tipis material terjadinya distorsi semakin tinggi seperti ditunjukkan dalam Gambar 1. Selain itu sudut pengelasan dengan distorsi rendah didapat dengan posisi sudut sebesar 80° dan 90°. Panjang lasan memberikan nilai distorsi yang tinggi ketika lasan semakin naik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa parameter pengelasan yang optimal untuk meminimalkan terjadinya distorsi pada sambungan logam tidak sejenis antara SS 304 dan *Mild Steel* pada pengelasan GTAW dengan metode Taguchi diperoleh kombinasi faktor dan level optimal untuk pengelasan plat SS 304 dan *Mild Steel* menggunakan ketebalan plat 3 mm, panjang pengelasan 100 mm, arus las 100 A, dan sudut pengelasan 80°.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Azwinur, S. A. Jalil, and A. Husna, "Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik pada proses pengelasan SMAW," *J. POLIMESIN*, vol. 15, no. 2, p. 36, 2017, doi: 10.30811/jpl.v15i2.372.
- [2] A. Rahmatika, S. Ibrahim, M. Hersaputri, and E. Aprilia, "Studi Pengaruh Variasi Kuat Arus Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan GTAW Aluminium 1050 Dengan Filler ER 4043," *J. POLIMESIN*, vol. 17, no. 1, pp. 47–54, 2019.
- [3] H. W. Laksono and S. Sugiyanto, "Analisa Hasil Pengelasan Gesek Pada Sambungan Sama Jenis Baja ST 60, sama jenis AISI 201, dan beda jenis baja ST 60 dengan AISI 201," *J. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 46–53, 2014.
- [4] W. Wijoyo, U. Albab, W. T. Ardika, and M. W. Darajat, "Karakteristik Kekuatan Tarik Sambungan Las Tak Sejenis Baja Karbon-Stainless Steel," *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. V, no. 1, p. 60, 2019, doi: 10.36055/fwl.v0i0.5252.
- [5] A. Widyianto, A. S. Baskoro, G. Kiswanto, and M. F. Ginanjar, "Analisis pengaruh arus pengelasan dan urutan pengelasan pada pengelasan pipa orbital terhadap lebar manik las dan distorsi pada pipa baja tahan karat 316L," vol. 16, no. 1, pp. 1–9, 2021.
- [6] M. L. Habibi and M. N. Ilman, "Studi Metode Static Termal Tensioning (Stt) Untuk Meminimalkan Distorsi Las Mig Aluminium Aa5083 Dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Mekanis," *Stud. Metod. Static Termal Tens. Untuk Meminimalkan Distorsi Las Mig Alum. Aa5083 Dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Mek.*, p. 924, 2011.
- [7] M. Hendrianto, "Pengaruh Arus dan Jarak Kampuh Pengelasan Terhadap Distorsi Sambungan Pelat Baja Karbon Rendah dengan Menggunakan

- SMAW,” *Pengaruh Arus dan Jarak Kampuh Pengelasan Terhadap Distorsi Sambungan Pelat Baja Karbon Rendah dengan Menggunakan SMAW*, vol. 4, no. 1, pp. 20–25, 2018.
- [8] I. Putra and K. Arwizet, “Analisis Kekuatan Tarik dan Impact Hasil Sambungan Las Gesek pada Baja St37,” *Ranah Res.*, vol. 1, no. 4, pp. 914–920, 2019.
 - [9] S. Yenaldi, “Analisa Pengaruh Variasi Waktu Penyambungan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Uji Liquid Penetrant Test pada Aluminium 6061 Menggunakan Metode Friction Welding,” vol. 1, no. 1, pp. 36–40, 2020.
 - [10] A. Frayudi, “Pengaruh Waktu Gesek Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Mikro Lasan Pada Pengelasan Gesek (Friction Welding) Bahan Baja Karbon Rendah,” *FT (Teknik Mesin)*, vol. 8, no. 9, 2013.
 - [11] I. Hamdi, T. -, and H. Oktadinata, “Pengaruh Variasi Posisi Pengelasan Terhadap Distorsi Dan Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Baja Ss400 Menggunakan Metode Gmaw,” *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, 2020, doi: 10.33558/jitm.v8i1.1998.
 - [12] N. Isti, “Skripsi Analisis Sambungan Las Tak Sejenis Smaw Terhadap Baja Karbon 4340 Dan St 36 Dengan Menggunakan Metode Taguchi,” Universitas Sriwijaya, 2021.
 - [13] Arifin, Amir, and M. Hendrianto. "Pengaruh Arus dan Jarak Kampuh Pengelasan Terhadap Distorsi Sambungan Pelat Baja Karbon Rendah dengan Menggunakan SMAW." *FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta* 1.1 (2018): 20-25.
 - [14] Guo, N., et al. "Effects of heat input on welding buckling distortion by experimental measurement method." *Science and Technology of Welding and Joining* 22.5 (2017): 381-388.