

Pengaruh Kecepatan Weaving Terhadap Keseragaman dan Lebar Manik Las dengan Ketinggian Torch 2 mm Pada Pengelasan Orbital Pipe Welding (OPW) SS316L

Eko Prasetyo^a, Ario Sunar Baskoro^a, Yabes Gomest Silalahi^a, Muhammad Fikri^a, Gandjar Kiswanto^a

^aDepartemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Kampus UI Depok, Indonesia 16424

^aario@eng.ui.ac.id

ABSTRACT

Pipe welding is widely used in industries with piping systems, including the oil, construction, and manufacturing industries. Several parameters, including the width of the weld bead, can determine the quality of good welding results. In this research, pipe welding was carried out automatically in the 5G position using GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) without metal filler (Autogenous). Welding tests were carried out to determine the effect of weaving speed on the uniformity of weld bead width from 0° to 360° and the weld bead width of 316L Stainless Steel pipes with an inner diameter of 4 inches and a thickness of 4 mm using a zigzag (weaving) welding pattern. The welding method uses the Pulse Current Gas Arc Welding (PC-GTAW) method with a current of 137 A and a background current of 10 PPS (Pulse Per Current). Test samples were taken at 4 (four) welding points, namely 0°, 90°, 180° and 270° with a torch height of 2 mm to the test object. The test was carried out with 3 (three) variations of weaving speed, namely 0.150 mm/s, 0.155 mm/s, and 0.161 mm/s. The welding tool used is a prototype orbital pipe welding tool using the 5G method, which is then carried out by forming a test object. Weld bead width was measured using a digital microscope model Dino-Lite AM 4515ZT and DinoCapture 3.0 software. The bead width measurements show that the most consistent weld bead width uniformity occurs at a weaving speed of 0.155 mm/s. Meanwhile, the average weld bead width at a weaving speed of 0.150 is 10.26 mm; at a weaving speed of 0.155 mm/s, it is 10.44 mm; and at a weaving speed of 0.161 mm/s, the average weld bead width is 9.8 mm.

Keywords: Pulse Current Gas Tungsten Arc Welding (PC-GTAW), orbital pipe welding (OPW), weaving speed, uniformity and weld bead width, SS316L

Received 2 September 2024; Presented 2 Oktober 2024; Publication 20 Januari 2025

DOI: 10.71452/590887

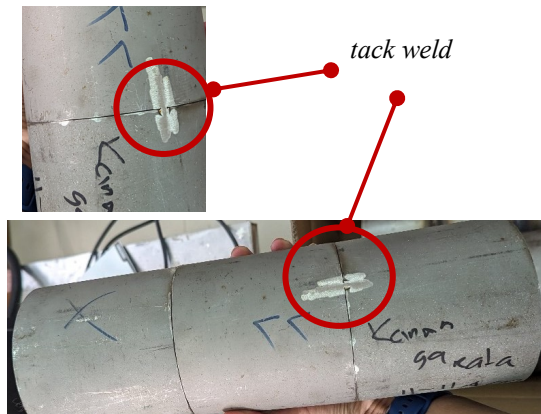
PENDAHULUAN

Pengelasan orbital merupakan pengelasan yang banyak dilakukan untuk menyambung tabung atau pipa logam, dimana mekanisme elektrodanya berputar (atau mengorbit) 360 derajat mengelilingi benda kerja. Pengelasan jenis ini dapat dilakukan dengan penambahan bahan pengisi (sebagai proses fusi) atau tanpa bahan pengisi (autogenous) (Widyianto, et. al., 2022). Selama bertahun-tahun, pengelasan pipa telah mengalami kemajuan dalam inovasi teknologi. Salah satu inovasi teknologi yang berkembang dalam pengelasan pipa adalah pengelasan orbital pipa (OPW). Dalam proses pengelasan OPW, las jenis tungsten gas (TIG) yang biasa digunakan, dan diharapkan dapat memberikan hasil pengelasan yang konsisten, akurat, dan memiliki kekuatan dan ketahanan yang tinggi pada sambungan pipa. Namun demikian, penelitian telah menunjukkan bahwa pola pengelasan zig-zag (*weaving*) dapat menghasilkan sambungan las yang lebih kuat daripada metode pola *circular pattern* (Sridhar, et al. 2020). Aplikasi OPW banyak digunakan pada industri-industri yang menggunakan sistem perpipaan sebagai media

dalam proses produksinya, antara lain industri oil & gas, kimia, industri minuman, industri konstruksi dan industri manufaktur. Pipa merupakan salah satu material yang paling efektif untuk pendistribusian fluida atau bahan baku lainnya dalam jarak yang jauh (Prasetyo, et al. 2023). Material pipa SS316L merupakan salah satu jenis material baja tahan karat yang sering digunakan oleh industri karena memiliki sifat tahan korosi pada suhu dan tekanan kerja yang tinggi serta kuat tarik mekanik yang tinggi (Widyianto, et. al. 2021). Keseragaman lebar manik las dan lebar manik las, yang dapat diukur dengan dinolite, adalah beberapa parameter yang dapat dipertimbangkan untuk menentukan kualitas hasil pengelasan yang baik. Berdasarkan penelitian sebelumnya, tidak banyak penelitian yang mempelajari bagaimana metode pola gerakan *weaving* berdampak pada keseragaman dan lebar manik las dari hasil pengelasan pipa orbital TIG dengan material SS 316L. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengaruh kecepatan *weaving* terhadap keseragaman dan lebar manik las pada material SS 316L. Diharapkan penelitian ini dapat menambah dan meningkatkan pengetahuan tentang proses pengelasan OPW.

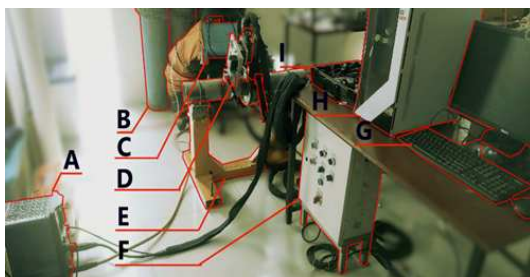
METODE PENELITIAN

Metode eksperimental digunakan dalam penelitian ini. Langkah awal mempersiapkan spesimen las SS316L berdiameter 4 inchi dengan tebal 4mm dengan panjang 112mm sebanyak 3 buah. Masing-masing spesimen tersebut di sambung dengan *tack weld* pada 2 titik yang ditunjukkan gambar 1.



Gambar 1. Spesimen las SS316L

Langkah berikutnya mempersiapkan mesin las OPW dengan lay out seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



- | | |
|---------------|-------------------|
| A -Mesin Las | F -Power Panel |
| B -Tabung Gas | G -Komputer |
| C -Blower | H-CPU |
| D -Jig Motor | I -Kontrol Driver |
| E-Jig OPW | |

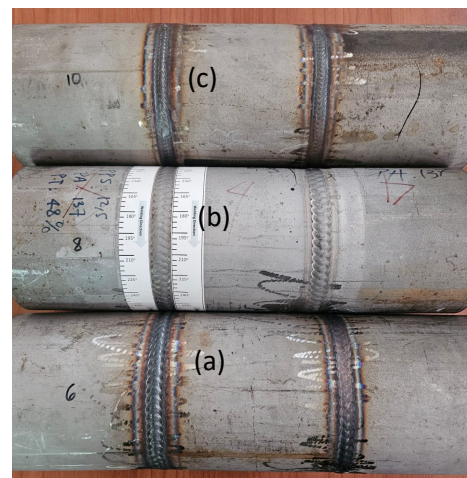
Gambar 2. Lay out pengelasan OPW

Proses pengelasan dilakukan terhadap 3 spesimen las dengan masing-masing variasi kecepatan weaving 0.150 mm/s, 0.155 mm/s, dan 0.161 mm/s. Menggunakan mesin las Miller Dynasty 210 DX TIG Welding dengan ketinggian torch 2mm dan menggunakan *shielding gas* argon serta menggunakan *purging gas* argon pada bagian dalam pipa yang berfungsi untuk mencegah oksidasi baik pada elektroda, *weld pool*, dan benda kerja selama proses pengelasan. Gas pelindung argon tersebut mengalir dengan kecepatan konstan 11 l/menit dan

kecepatan orbital 1,4 mm/s. Metode pengelasan yang digunakan adalah PC-GTAW (Pulsed Current-Gas Tungsten Arc Welding) dengan parameter pengelasan 137Ampere, 30% *Peak Current*, 10PPS dan 48% *Peak Time*. Metode ini digunakan untuk mengurangi *heat input* pada benda kerja, sehingga cacat pengelasan dapat ditekan seminimal mungkin. Jenis tangsten tipe EWCe-2 digunakan selama proses pengelasan. Proses pengelasan OPW diprogram secara otomatis menggunakan program LabView.

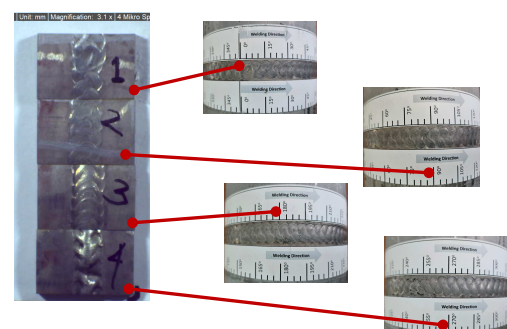
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengelasan selanjutnya akan diukur lebar manik las dengan menggunakan alat mikroskop digital AM4917MZT Dino-Lite Edge Plus dengan resolusi 1.3Mpixel dan frame rate 30fps.



Gambar 3. Hasil Pengelasan OPW PC-GTAW

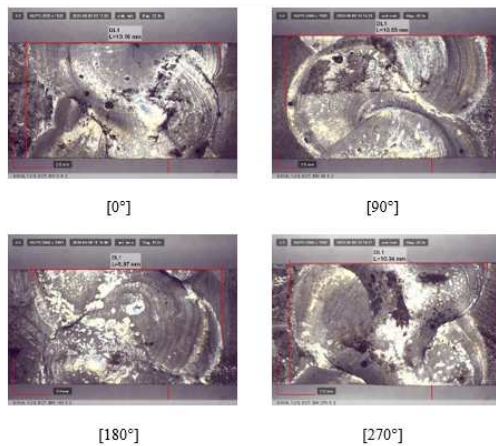
Sebagai contoh pengambilan sampel dilakukan pada kecepatan *weaving* 0.155mm/s dengan bantuan mikroskop digital dinolite di sudut 0°, 90°, 180° dan 270° seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Spesimen sampel pengukuran lebar manik las pada kecepatan weaving 0.155mm/s pada sudut 0°(1), 90°(2), 180°(3) dan 270°(4)

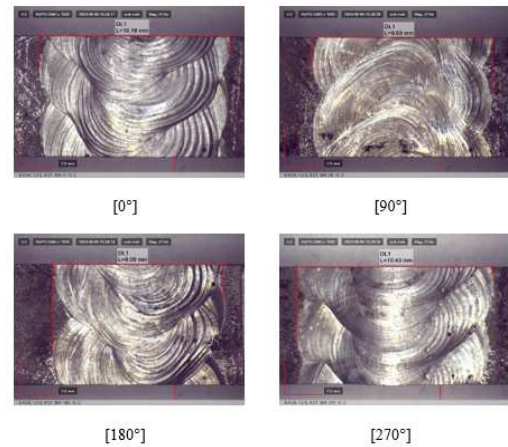
Adapun hasil pengukuran lebar manik las dapat dilihat pada gambar 5, 6 dan 7 dibawah ini.

Motor Weaving: 0,150 mm/s | Motor Utama: 1,4 mm/s



Gambar 5. Lebar manik las pada kecepatan weaving 0.150mm/s

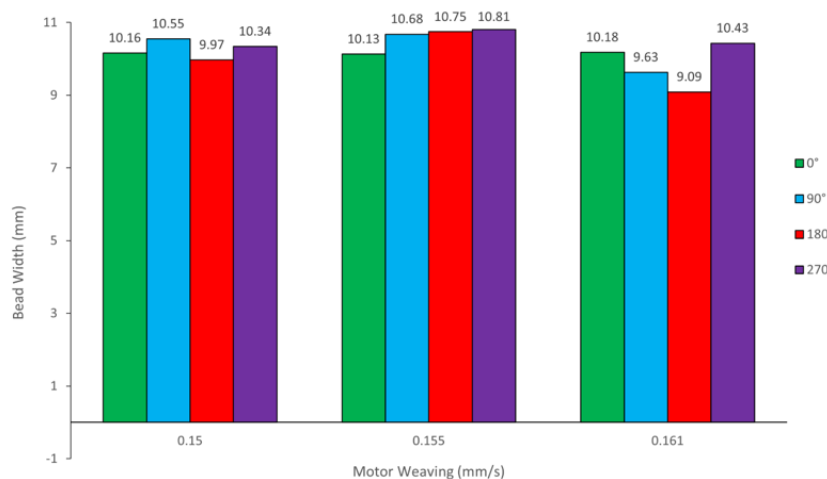
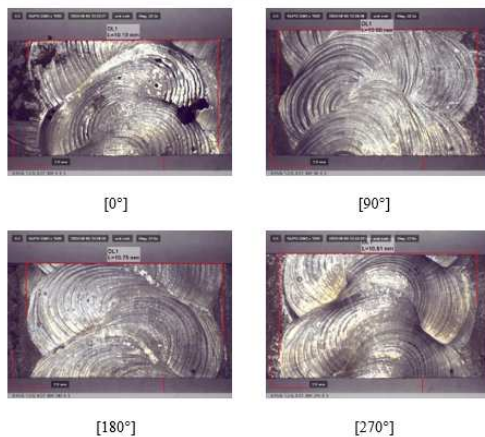
Motor Weaving: 0,161 mm/s | Motor Utama: 1,4 mm/s



Gambar 7. Lebar manik las pada kecepatan weaving 0.161mm/s

Untuk mempermudah pembacaan hasil lebar manik lasan, berikut disampaikan dalam bentuk grafik seperti ditunjukkan pada gambar 7.

Motor Weaving: 0,155 mm/s | Motor Utama: 1,4 mm/s



Gambar 8. Grafik pengaruh kecepatan weaving terhadap lebar manik lasan

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwasanya peningkatan kecepatan weaving tidak

menandakan peningkatan keseragaman lebar manik lasan. Keseragaman lebar manik las yang

Ario et al./PM-026/42

paling konsisten terjadi pada kecepatan *weaving* 0.155mm/s yaitu rata-rata lebar manik lasannya 10.44mm. dibandingkan bandingkan kecepatan *weaving* 0.150mm/s dan 0.161mm/s. Hal ini disebabkan kecepatan pengelasan 0,150 mm/s dan 0,161 mm/s tidak dapat mengontrol kolam pengelasan dengan baik. Pada kecepatan 0,150 mm/s, lelehan metal terjadi lebih lama pada kuadran pertama laju pengelasan, yang menyebabkan manik pengelasan melebar pada sudut 90 derajat. Saat laju pengelasan meningkat pada sudut 180 derajat, lelehan yang terkumpul menyebabkan *undercut* dan lebar manik pengelasan. Sementara pada kecepatan 0,161 mm/s *weld pool* yang terlihat dari awal menunjukkan titik mulai yang konsisten pada 10,15 mm dengan peningkatan kecepatan sebesar 0,06 mm/s saat memasuki sudut 90° karena gravitasi menyebabkan kontak yang terlalu cepat dan lebar manik lasan yang menyempit, yang mengakibatkan *undercut* meskipun minim dan tidak terlalu tinggi. Secara visual juga dapat dilihat bahwasanya kecepatan *weaving* 0,155 mm/s dan 0,161mm/s menghasilkan sambungan yang paling rapat dengan pola pengelasan yang lebih baik dan tidak renggang seperti pada kecepatan *weaving* 0,150 mm/s.

KESIMPULAN

1. Kecepatan *weaving* 0.155mm/s memiliki kecenderungan lebih konsisten lebar manik lasannya, dengan rata-rata lebar manik lasan sebesar 10.44mm, hal ini di mungkinkan parameter pengelasan yang digunakan yaitu 137A, 10PPS lebih cocok dengan kecepatan *weaving* 0.155mm/s.
2. Pada kecepatan las 0,161 mm/s, lebar manik las cenderung lebih pendek daripada pada kecepatan 0,150 mm/s dan 0,154 mm/s, karena penumpukan *weld pool* pada titik tertentu. Akibatnya, semakin tinggi kecepatan las, semakin rapat *weld pool*.
3. Distribusi panas saat pengelasan sangat berpengaruh terhadap lebar manik las. Distribusi panas yang tidak merata menyebabkan struktur material yang terbentuk menjadi tidak beraturan, sehingga menyebabkan pembentukan lebar manik las tidak konsisten.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengembangan Universitas Indonesia melalui pendanaan riset PUTI Q2 tahun 2024 dengan nomor kontrak: NKB-697/UN2.RST/HKP.05.00/2024 dan seluruh pihak-pihak yang telah membantu dan memberikan support untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. F.Putri, (2010)., *Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus Dan Jarak Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik, Sambungan Las Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda 6013,*” *Jurnal Austenit*, vol. 2, no. 2, , doi: 10.5281/zenodo.4544136.
- [2]. Saefuloh, I. Setiawan, H. Istiqlaliyah, W. Wijoyo, dan A. B. Ulum., (2019). *Analisa pengaruh pola gerak elektroda dan kuat arus terhadap kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro baja SS400., Teknik: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 15, no. 2, hlm. 143, Des, doi: 10.36055/tjst.v15i2.6972.
- [3]. M. Panji, A. S. Baskoro, dan A. Widianto., (2019). *Effect of Welding Current and Welding Speed on Weld Geometry and Distortion in TIG Welding of A36 Mild Steel Pipe with V-Groove Joint,*” dalam *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Institute of Physics Publishing.*, doi: 10.1088/1757-899X/694/1/012026.
- [4]. Pal, K., Pal, S. K. (2010). *Effect of Pulse Parameters on Weld Quality in Pulsed Gas Metal Arc Welding: A Review. Journal of Materials Engineering and Performance*, 20 (6), 918–931. doi: <https://doi.org/10.1007/s11665-010-9717-y>
- [5]. Park, J.-H., Kim, S.-H., Moon, H.-S., Kim, M.-H. (2019). *Influence of Gravity on Molten Pool Behavior and Analysis of Microstructure on Various Welding Positions in Pulsed Gas Metal Arc Welding. Applied Sciences*, 9 (21), 4626. doi: <https://doi.org/10.3390/app9214626>
- [6]. Prasetyo, E., Baskoro, A. S., Widianto, A., & Kiswanto, G. (2023). *Identifying the Influence of Orbital pipe welding Parameters on Mechanical properties Using ss316l pipe. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(12(125)),72-84.

doi:<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.287397134>.

- [7]. Prasetyo, E., Veradino, T., Baskoro, A. S., (2023), *Pengaruh kecepatan weaving terhadap lebar manik las dan kekuatan tarik stainless steel 316L pada Tungsten Inert Gas (TIG) Orbital Pipe Welding dengan pola pengelasan zig-zag*, *Prosiding SNTTM XXI*, Bandung.
- [8]. Sridhar, P. V. S. S., Biswas, P., Mahanta, P. (2020). *Effect of process parameters on bead geometry, tensile and microstructural properties of double-sided butt submerged arc welding of SS 304 austenitic stainless steel*. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 42 (10). doi: <https://doi.org/10.1007/s40430-020-02636-4>
- [9]. Widianto, A., Baskoro, A. S., & Kiswanto, G. (2022). *Investigation on Weld Characteristic, Welding Position, Microstructure, and Mechanical Properties in Orbital Pulse Current Gas Tungsten Arc Welding of AISI 304L Stainless Steel Pipe*. *International Journal of Technology*, 13(3), 473-483.

doi:<https://doi.org/10.14716/ijtech.v13i3.3134>.

- [10]. Widianto, A., Baskoro, A. S., Kiswanto, G., & Ganeswara, M. F. G. (2021). *Effect of welding sequence and welding current on distortion, mechanical properties and metallurgical observations of orbital pipe welding on SS 316L*. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(12), 110. doi:[10.15587/1729-4061.2021.228161](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.228161)