

# ANALISIS VARIASI MODE TRANSFER DAN DIAMETER KAWAT PADA ELEKTRODA ER70S-6 DENGAN PENGELASAN GMAW TERHADAP HASIL RADIOGRAFI, SIFAT MEKANIK DAN KOMPOSI KIMIA

Moh. Thoriq Wahyudi<sup>1</sup>, Rikat Eka Prastyawan<sup>2</sup>, Rio Dwi Rahmad<sup>3</sup>

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

Email: riodwirahmad0@gmail.com<sup>1</sup>

**Abstract** – This research analyzes the effects of different transfer modes—globular, short-circuit, and spray—on the chemical composition, radiographic results, and mechanical properties in the GMAW welding process using 0.8 mm and 1.2 mm ER70S-6 electrodes in the 1G position. Radiographic tests indicate slag inclusion in short-circuit mode with a 0.8 mm electrode and porosity clusters in spray mode with a 0.8 mm electrode. Chemical composition tests reveal the highest carbon value of 0.0754% in globular mode with a 1.2 mm electrode, the highest manganese value of 1.2% in spray mode with a 1.2 mm electrode, and the highest carbon equivalent of 0.4375% also in spray mode with a 1.2 mm electrode. The tensile test shows the highest ultimate strength of 548.08 MPa in spray mode with a 1.2 mm electrode, while the impact test records the highest value of 116.33 J in short-circuit mode with a 0.8 mm electrode. The hardness test indicates the highest value of 168.5 HV in spray mode with a 1.2 mm electrode. This study aims to provide insights into the effects of transfer modes and electrode diameters in GMAW welding.

**Keyword:** GMAW, Elektroda ER70S-6, Mode Transfer, Diameter Elektroda

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat menciptakan berbagai penemuan yang berdampak positif, termasuk dalam dunia industri, khususnya pada bidang fabrikasi dan manufaktur melalui teknik pengelasan. Salah satu metode pengelasan yang dibutuhkan adalah Gas Metal Arc Welding (GMAW), dimana gas pelindung seperti helium, argon, atau karbondioksida digunakan untuk melindungi busur dan logam cair dari atmosfer. Meskipun GMAW tergolong mudah digunakan, terdapat beberapa parameter penting yang harus diperhatikan, karena perubahan pada parameter tersebut dapat mempengaruhi sifat mekanis hasil lasan.

Pengawas pengelasan dan perusahaan seringkali mengabaikan parameter yang tercantum dalam Welding Procedure Specification (WPS), khususnya pada mode transfer dan diameter yang digunakan. Hal itu menyebabkan hasil yang didapatkan kurang sesuai. Karena pemilihan mode transfer dan diameter kawat tidak sesuai pada aplikasi pengelasan tersebut.

Variasi mode transfer seperti, globular, short-circuit, dan spray masing-masing memiliki karakteristik berbeda tergantung pada aplikasi yang digunakan. Pemilihan diameter kawat yang penting dalam menentukan mode transfer pengelasan GMAW yang digunakan, karena

berdampak pada penetrasi dan pengisian logam.

Oleh karena itu penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis perubahan mode transfer dan diameter kawat terhadap komposisi kimia weld metal, hasil radiografi, dan kuat tarik dan impak. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi tolak ukur keberhasilan proses pengelasan di industri fabrikasi dan memberikan kontribusi bagi jurnal ilmiah terkait parameter mode transfer dan diameter kawat terhadap hasil pengelasan.

## 2. METODOLOGI.

Penelitian ini menggunakan material baja karbon rendah SA 36 dengan dimensi 400X150X20 mm. Material tersebut dilas menggunakan proses GMAW dengan elektroda ER70S-6 diameter 1,2 mm dan 0,8 mm yang divariasikan menggunakan mode transfer globular, short-circuit, dan spray. Jumlah total test coupon nantinya 6 spesimen Berikut merupakan Marking Stampnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Marking Spesimen	Mode Transfer	Diameter Elektroda
A1	Globular	1,2
A2	Short-Circuit	1,2
A3	Spray	1,2
B1	Globular	0,8
B2	Short-Circuit	0,8
B3	Spray	0,8

Tabel 1 Data specimen uji

Material disambung dengan tipe sambungan butt joint posisi 1G. Setelah proses pengelasan selesai dilakukan, test coupon akan dilakukan radiography test terlebih dahulu sebelum dipotong dan selanjutnya dijadikan specimen untuk pengujian. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian komposisi kimia, pengujian tarik, dan pengujian impak.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil pengujian Radiography

Berikut adalah hasil dari pengujian radiografi yang dapat dilihat dari gambar 1-6 berikut.



Gambar 1 Hasil Radiografi specimen A1



Gambar 2 Hasil Radiografi specimen A2



Gambar 3 Hasil Radiografi specimen A3



Gambar 4 Hasil Radiografi specimen B1



Gambar 5 Hasil Radiografi Spesimen B2



Gambar 6 Hasil Radiografi Spesimen B3

Bedasarkan hasil radiografi diatas dapat disederhanakan dalam Tabel 2 berikut.

Spesimen	Mode Transfer	Diameter Elektroda	Remarks
A1	Globular	1,2 mm	Acc
A2	Short-Circuit	1,2 mm	Acc
A3	Spray	1,2 mm	Acc
B1	Globular	0,8 mm	Acc
B2	Short-Circuit	0,8 mm	Reject
B3	Spray	0,8 mm	Reject

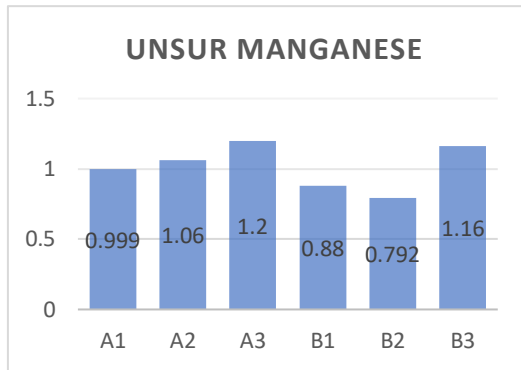
Tabel 2 Hasil Radiografi

Hasil pada mode transfer globular dapat diterima untuk kedua diameter 1,2 dan 0,8 mm. Mode transfer Short-Circuit untuk diameter 1,2 mm dapat diterima dan untuk diameter 0,8 tidak dapat diterima. Dan mode transfer spray untuk diameter 1,2 dapat diterima dan diameter 0,8 mm tidak dapat diterima. Maka dari itu untuk pemilihan mode transfer globular memiliki hasil yang baik dalam hasil radiografi dan pemilihan diameter 1,2 mm lebih baik dari diameter 0,8.

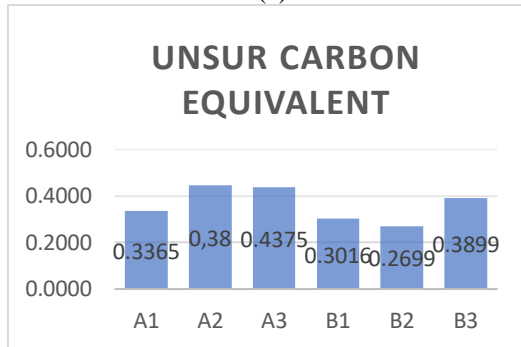
#### 3.2 Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia adalah pengujian untuk mengetahui presentase komposisi pada weld metal dari hasil pengelasan. Hasil dari komposisi kimia diuji dengan alat uji Optical Emission Spectroscopy dengan spot penembakan di area weld metal.

Setelah dilakukan pengujian komposisi kimia yang dijadikan pembahasan adalah unsur Manganese, unsur Carbon Equivalent, Unsur Si. Untuk hasil dari masing masing dapat dilihat dari grafik dibawah ini.



(a)



(b)

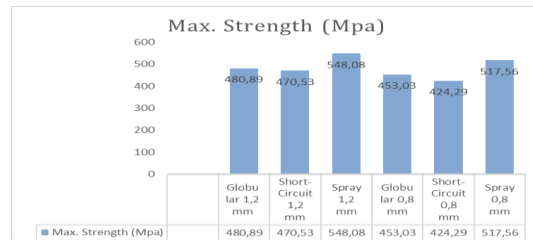
Kandungan carbon equivalent, dan manganese berpengaruh terhadap nilai kuat tarik dan nilai ketangguhan. Untuk kadar karbon tertinggi pada pada spesimen dengan mode transfer spray dan diameter elektroda 1,2 dan terendah pada mode transfer short circuit 0,8 mm. Dan hasil dari untuk hasil dari unsur manganese didapatkan pada mode transfer spray diameter 1,2 mm dan terendah pada mode short-circuit diameter 0,8 mm. Maka dari itu pemilihan mode transfer dan diameter kawat berpengaruh pada hasil komposisi kimia yang didapatkan.

### 3.3 Pengujian Tarik

Pada penelitian ini spesimen uji tarik yang digunakan adalah all weld metal. Hasil dari pengujian tarik dari tiap spesimen dapat dilihat pada tabel dan gradik di bawah ini.

Diameter elektroda	Mode Transfer	Spesiment stamp	Yield strength(mpa)	Max.strength (mpa)	Elongation(%)
1.2	Globular	A1	372.15	480.89	30.8
	Short-Circuit	A2	377.08	470.53	36.30
	Spray	A3	455.54	548.08	29.39
0.8	Globular	B1	374.18	453.03	34.62
	Short-Circuit	B2	331.72	424.29	32.75
	Spray	B3	425.87	517.56	34.66

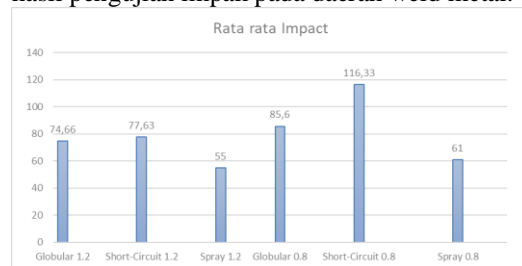
Tabel 3 Hasil Uji Tarik



Pada hasil pengujian Tarik didapatkan nilai tertinggi pada spesimen dengan mode transfer spray dan diameter elektroda 1,2 mm dengan nilai 548,08 MPa, sedangkan nilai terendah pada 424,28 di mode transfer short-circuit dan diameter elektroda 0,8 mm. Jika dilihat dari komposisi kimia mode spray diameter 1,2 mm memiliki nilai carbon equivalent dan manganese yang tinggi. Hal ini sejalan penelitian bahwa karbon dan managenese berpengaruh pada nilai tarik. Maka dari itu pemilihan mode transfer dan diameter elektroda berpengaruh pada nilai tariknya.

### 3.4 Hasil Pengujian Impak

Pengujian impak pada penelitian ini dilakukan pada daerah weld metal dengan notch 45<sup>0</sup> pada suhu -30<sup>0</sup> C. Berikut merupakan grafik hasil pengujian impak pada daerah weld metal.



Jika dilihat pada grafik di atas maka dapat dilihat nilai tertinggi pada mode transfer short-circuit diameter 0,8 mm dengan nilai 116,3 J, sedangkan nilai terendah pada 55 J pada mode transfer spray 1,2 mm. Hal ini sejalan dengan teori jika nilai tarik naik, nilai impak akan turun. Maka dari itu pemilihan mode transfer dan diameter elektroda berpengaruh pada nilai impak.

### 4. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian radiografi, dapat disimpulkan bahwa pemilihan mode transfer dan diameter elektroda pada elektroda ER70S-6 memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil radiografi. Pada spesimen dengan diameter elektroda 1,2 mm mode globular dan short-circuit bebas dari adanya cacat sedangkan mode spray terdapat adanya cacat tetapi masih dapat diterima. Sedangkan pada spesimen dengan diameter 0,8 mm untuk semua mode terdapat adanya cacat dan yang dapat diterima hanya pada mode globular, sedangkan pada 2 mode lainnya, yaitu mode short-circuit dan spray tidak dapat diterima/reject. Dengan demikian pemilihan mode transfer globular memiliki kecenderungan kecil terdapat

cacat daripada 2 mode lainya yaitu short-circuit dan spray. Untuk pemilihan diameter elektroda 1,2 memiliki kecenderungan kecil terdapat daripada diameter 0,8.

2. Dari analisis komposisi kimia, terlihat bahwa pemilihan mode transfer dan diameter elektroda berpengaruh signifikan terhadap kandungan unsur manganese, silikon, dan carbon equivalent dalam weldmetal. Mode spray dengan diameter 1,2 mm menghasilkan nilai dari ketiga unsur tersebut. Sebaliknya mode short-circuit dengan diameter 0,8 mm memiliki nilai terendah dari ketiga unsur tersebut. Dengan untuk pemilihan mode transfer mode spray sangat diunggulkan dari 2 mode lainya globular dan short-circuit. Sedangkan untuk diameter 1,2 mm lebih baik dari diameter 0,8 mm.

3. Dari hasil analisis sifat mekanis dari semua spesimen, untuk kekuatan tarik tertinggi pada mode spray diameter 1,2 mm dengan nilai ultimate strength yaitu 548,05 Mpa, sedangkan nilai terendah pada mode short-circuit dengan diameter 0,8 mm dengan nilai 424,29 Mpa. Untuk kekerasan nilai tertinggi pada spesimen mode spray 1,2 mm dengan nilai 168,5 HV, sedangkan nilai terendah pada mode short-circuit diameter 0,8 mm dengan nilai 140 HV. Untuk ketangguhan nilai tertinggi pada spesimen mode short-circuit dengan nilai rata rata 116,33 J, sedangkan nilai terendah pada mode spray diameter 1,2 dengan nilai rata rata 55 J. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pemilihan mode spray dengan diameter 1,2 mm memiliki nilai kekuatan dan kekerasan yang baik daripada mode globular dan short-circuit. Sedangkan untuk ketangguhan mode short-circuit lebih baik dari 2 mode lainya globular dan spray. Untuk pemilihan diameter, diameter 1,2 mm lebih baik dari diameter 0,8 mm

### 5. Ucapan Terima kasih.

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu peneliti dalam melakukan pengerjaan tugas akhir ini, seperti dosen pembimbing, pembimbing OJT, PT. Swadaya Graha, Teman teman teknik pengelasan angkatan 2020, dan Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

### 6. PUSTAKA

- [1] American Welding Society., O'Brien, Annette., & American Welding Society. Welding Handbook Committee. (2004). *Welding handbook. Volume 2, Welding processes. Part 1*. American Welding Society.
- [2] ASME Section II Part A (2023). *Ferrous Material Specification* (Beginning to SA 240). New York. THE AMERICA WELDING SOCEITY OF MECHANICAL ENGINEERS.
- [3] ASME Section IX (2023). *Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusing*. New York. THE AMERICA WELDING SOCEITY OF MECHANICAL ENGINEERS.
- [4] ASTM E23 (2016). *Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials*. Pennsylvania. THE AMERICAN STANDARD TESTING AND MATERIALS.
- [5] AWS D1.1 (2020). *Structural Welding Steel Code*. Florida. AMERICAN WELDING SOCIETY.
- [6] AWS A 5.18. (2005). Specification for carbon steel electrodes and rods for gas shielded arc welding.
- [7] American Welding Society. (Tahun). *AWS Handbook: Welding Processes (Vol. 2, Part 1)*. Miami, FL: American Welding Society
- [8] M.M. Munir, ST. M, M. Thoriq Wahyudi, ST. M, Hendri Budi Kurniyanto, S.ST. M, Dika Anggara, S.ST. M. *Modul Praktik DT NDT.*; 2019.
- [9] Prahastho, N. A. (2019). Pengaruh Ampere Dan Diameter Elektroda Kawat ER70s-G KC26 Pada Gas Metal Arc Welding (GMAW) Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Sambungan Las JIS G3101 SS400 Sebagai Aplikasi Arm Excavator Di PT. X (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [10] Saraya, M. E. (2018). *Analisis Perbandingan Variasi Kuat Arus Dan Type Elektroda 7016 Pada Material Carbon Steel Terhadap Kualitas Pengelasan, Komposisi Kimia, Nilai Kekerasan, Dan Kuat Tarik* (Doctoral dissertation, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya).
- [11] Shaleh, M. A., Wijoyo, W., & Rohmadi, R. (2023). PENGARUH VARIASI METAL TRANSFER TERHADAP KARAKTERISTIK SAMBUNGAN LAS PADA PROSES PENGELASAN GMAW DENGAN PELINDUNG GAS ARGON. *Journal of Metallurgical Engineering and Processing Technology*, 3(2), 139-145.
- [12] Smith, J., & Doe, A. (2020). Pengaruh mode transfer GMAW terhadap sifat mekanis baja. *Journal of Welding Technology*, 15(2), 123-130.

- [13] Tabrizi, T. R., Sabzi, M., Anijdan, S. M., Eivani, A., Park, N., & Jafarian, H. (2021). Influence of the GMAW transfer mode on the mechanical behaviour and corrosion resistance of the 316L-2205 dissimilar weld. *MRS Advances*, 15, 199–212.