

# PENGUJIAN NON-DESTRUCTIVE VARIASI ARUS GTAW TERHADAP SIFAT PADA DISSIMILAR METAL WELDING AISI 1020 DAN AISI 304

**Eibi Wiseno**

Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya No.100, Beji, Depok

\* E-mail: elbi\_wiseno@staff.gunadarma.ac.id

## Abstrak

Dissimilar Metal Welding (DMW) adalah penyambungan logam dengan sifat mekanis dan karakteristik berbeda, diterapkan dalam heat exchanger, primary reformer, dan flare stack. Parameter las DMW diatur dalam Welding Procedure Specification (WPS), termasuk arus las yang dinyatakan dalam rentang nilai. Penelitian ini menganalisis pengaruh arus Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) pada sifat mekanis dan struktur mikro DMW antara AISI 1020 dan AISI 304 dengan variasi arus 100A, 120A, dan 140A. Hasil pengelasan antara AISI 1020 carbon steel dan AISI 304 stainless steel dengan variasi arus las 100A, 120A dan 140A menghasilkan kualitas permukaan las yang baik ditinjau dari hasil interpretasi pengujian *dye penetrant* dan dinyatakan relevan dengan kriteria penerimaan standar yang dipersyaratkan. Hasil pengelasan antara AISI 1020 carbon steel dan AISI 304 stainless steel dengan variasi arus las 100A, 120A dan 140A menghasilkan kualitas sambungan las pada bagian dalam yang baik ditinjau dari hasil interpretasi pengujian *radiography* dan dinyatakan relevan dengan kriteria penerimaan standar yang dipersyaratkan.

**Kata kunci:** *Dissimilar Metal Welding, Non- Destructive test, Arus GTAW*

## PENDAHULUAN

Pengelasan, menurut Deutsche Industrie Norman (DIN), adalah proses ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair[1]. Dengan kata lain, pengelasan merupakan salah satu teknik penyambungan logam yang melibatkan pencairan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan. Baja adalah material yang paling banyak digunakan dalam produk pemesinan maupun konstruksi karena sifat fisik dan mekanisnya yang unggul. Namun, dalam kondisi tertentu, baja memiliki keterbatasan, terutama dalam lingkungan korosif, yang membuatnya kurang ideal untuk beberapa aplikasi.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, pengelasan baja dengan material lain yang memiliki ketahanan korosi yang baik menjadi sangat penting. Dissimilar Metal Welding (DMW) atau pengelasan logam tidak sejenis telah banyak diterapkan, sesuai dengan kebutuhan produk pemesinan dan konstruksi serta lingkungan penggunaannya [2]. DMW sering digunakan dalam aplikasi seperti heat exchanger[3], primary reformer [4], flare stack, dan sistem perpipaan[5], di mana bagian yang terkena korosi menggunakan material dengan

ketahanan korosi yang baik, seperti austenitic stainless steel, sementara bagian lain yang tidak terkena korosi dan berada pada temperatur lingkungan menggunakan baja karbon untuk mengurangi biaya produksi.

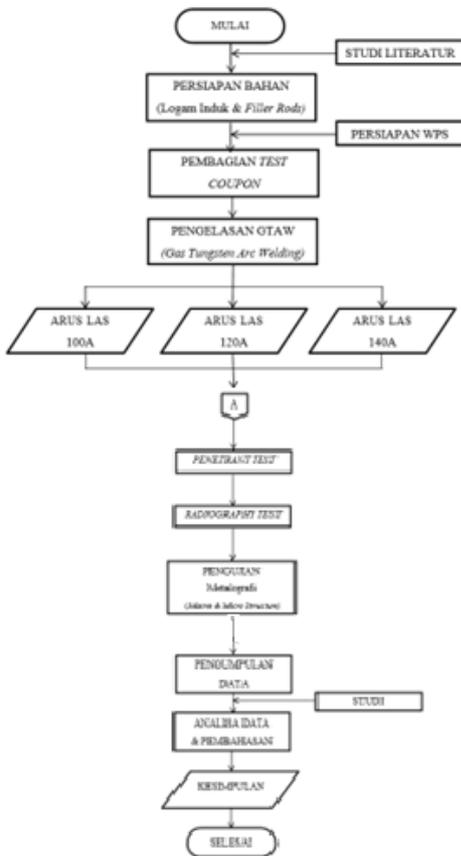
Parameter-parameter pengelasan diatur dalam Welding Procedure Specification (WPS) yang disesuaikan dengan desain pengelasan[6], [7]. Salah satu parameter penting dalam WPS adalah besar arus las yang dinyatakan dalam rentang nilai. Besar arus las sangat mempengaruhi nilai masukan panas (heat input) pada material yang akan dilas. Pada pengelasan baja karbon dengan austenitic stainless steel, besar arus las yang terlalu tinggi dapat menyebabkan retak panas, sementara pendinginan harus dilakukan perlahan, sehingga memerlukan arus las yang rendah.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh besar arus las Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) terhadap sifat mekanis dan struktur mikro pada Dissimilar Metal Welding antara AISI 1020 Carbon Steel dan AISI 304 Stainless Steel. Penelitian ini akan memvariasikan besar arus las pada 100A, 120A, dan 140A, dan menganalisis hasil pengelasan melalui berbagai uji, termasuk pengujian penetrant, radiografi. Hasil penelitian

ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pemahaman lebih lanjut tentang pengaruh arus las terhadap kualitas pengelasan pada material yang berbeda, serta membantu dalam pengembangan teknik pengelasan yang lebih efektif dan efisien.

**METODE PENELITIAN**

Dalam pelaksanaan suatu kegiatan penelitian, selalu diawali dengan penetapan tahapan atau langkah-langkah penelitian. Berikut ini adalah diagram alir yang terkait dengan pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Proses Pembuatan Bracket Engine Front 51422-Z071

**Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah logam induk yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelat AISI 304 dan AISI 1020 dimana masing-masing memiliki dimensi seperti 300 x 150 x 10 mm.

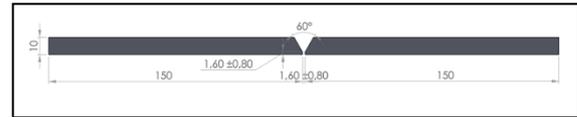
**Welding Procedure Spesification (WPS)**

Untuk memenuhi kebutuhan desain dari pengelasan logam berbeda AISI 304 dengan AISI 1020 maka diperlukan WPS, pada penelitian ini digunakan WPS yang telah ada dan valid dari penelitian terdahulu, untuk lebih

jelas dapat dilihat pada lampiran 1.

**1. Penentuan Kampuh Las**

Penentuan kampuh las pada penelitian ini mengacu pada standar AWS A5.1-81, bentuk kampuh las yang digunakan memiliki dimensi root face  $1.60 \pm 0.80$  mm, root open  $1.60 \pm 0.80$  mm dan groove angle  $60^\circ$ , bentuk kampuh las yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kampuh Las Tampak Depan.

**2. Pembagian Lokasi Pengujian**

Pembagian lokasi pengujian pada masing-masing test coupon sesuai dengan dimensi dari standar yang dipersyaratkan. Gambar 3. merupakan test coupon setelah dilakukan pengelasan, Gambar 6. merupakan lokasi pengujian pada setiap test coupon.



Gambar 3. Test Coupon (100A, 120A, 140 A)

DISCARD	
TENSILE	TEST
TENSILE	TEST
TENSILE	TEST
BEND	TEST
BEND	TEST
BEND	TEST
HARDNESS	TEST
METALOGRAPHY	TEST
DISCARD	

Gambar 4. Pembagian Lokasi Pengujian

**1. Uji Dye Penetrant**

Pada penelitian ini, pengamatan visual yang pertama dilakukan adalah pengamatan dengan menggunakan pengujian dye penetrant. Tujuan dari pengujian ini untuk

melihat cacat pada permukaan pengelasan seperti, retak, porositas dan lain sebagainya. Proses pengujian dye penetrant yaitu dengan menggunakan beberapa cairan yaitu, penetrant, cleaner dan developer.

2. Uji Radiography

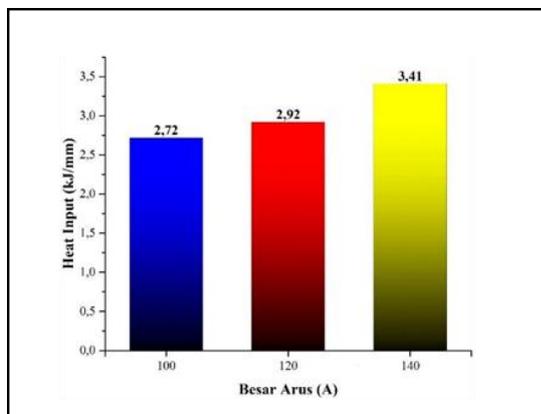
Pengujian radiography dilakukan pada ketiga sampel uji, tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengidentifikasi cacat pada bagian dalam dari hasil pengelasan yang telah dilakukan. Pada penelitian ini pengujian radiography dilakukan setelah dilakukannya pengujian visual dengan pengujian penetrant.

Pada prinsipnya sinar-x atau radiasi gamma dipancarkan menembus material yang diuji, saat menembus objek sebagian sinar akan diserap sehingga intensitasnya berkurang. Intensitas akhir kemudian direkam pada negative film dan jika ada cacat pada material, intensitas yang terekam tersebut akan bervariasi. Hasil rekaman inilah yang akan memperlihatkan bagian material yang mengalami kecacatan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Nilai Heat Input

Nilai heat input yang dihasilkan dari penggunaan arus las 100A, 120A dan 140A pada masing-masing test coupon. Besar arus las sangat mempengaruhi nilai heat input dari pengelasan yang telah dilakukan, selain itu waktu pengelasan per pass dan kecepatan pengelasan per pass juga turut mempengaruhi nilai dari heat input. Besar nilai heat input akan mempengaruhi nilai mekanis dan mikro struktur yang terbentuk pada weld metal dan HAZ dari masing-masing logam induk. Gambar grafik dari nilai heat input dapat dilihat pada Gambar 5.

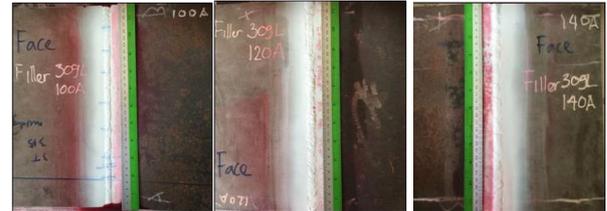


Gambar 5. Grafik Nilai Heat Input

**Hasil Pengujian Tidak Merusak**

1. Hasil Pengujian Dye Penetrant

Pengujian dye penetrant dilakukan pada permukaan (capping) hasil pengelasan. Berikut adalah hasil pengujian dye penetrant pada masing-masing test coupon dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Pengujian Dye Penetrant Pada Test Coupon 1 (100A, 120A dan 140A)

Hasil Pengujian Dye Penetrant Pada Test Coupon 3 (140A) Dari gambar hasil pengujian diatas, bahwa pada setiap test coupon yang diuji tidak mengindikasikan adanya cacat yang melebihi batas kriteria keterimaan yang dipersyaratkan oleh standar yang relevan, sehingga dapat dinyatakan acceptable. Kriteria keterimaan pengujian dye penetrant pada penelitian ini mengacu pada ASME Section IX QW-195.2. Liquid Penetrant Acceptance Criteria, untuk lebih lanjut mengenai kriteria keterimaan pengujian dye penetrant.

2. Hasil Pengujian Radiography

Pengujian radiography dilakukan pada masing-masing test coupon (100A, 120A dan 140A). Hasil pengujian radiography dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Pengujian Radiography Pada Test Coupon (100A, 120A, 140A)

Dari gambar hasil pengujian diatas, pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa terdapat beberapa cacat porositas. Hal ini disebabkan karena kampuh las atau filler metal yang

kurang bersih dan kontaminasi akibat shielding gas[30]. Pada Gambar 7 juga dapat dilihat adanya beberapa inclusion. Pada pengelasan dengan menggunakan metode GTAW, inclusion yang terjadi adalah tungsten inclusion, hal ini disebabkan karena elektroda yang terlalu panjang, besar arus las yang terlalu besar dan elektroda yang menyentuh weld metal atau base metal serta filler metal yang bersentuhan dengan elektroda[29]. Maka hasil pengelasan pada test coupon 1 (100A) dan test coupon 2 (120A) dinyatakan tidak melebihi batas kriteria keterimaan yang dipersyaratkan standar yang relevan, meskipun masih terdapat porosity. Sedangkan hasil pengelasan pada test coupon 3 (140A) dinyatakan acceptable atau sesuai dengan kriteria keterimaan yang dipersyaratkan oleh standar yang relevan. Kriteria keterimaan pengujian radiography pada penelitian ini mengacu pada ASME Section IX QW-191.2 Radiographic Acceptance Criteria, untuk lebih lanjut mengenai kriteria keterimaan pengujian radiography.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengelasan antara AISI 1020 carbon steel dan AISI 304 stainless steel dengan variasi arus las 100A, 120A dan 140A menghasilkan kualitas permukaan las yang baik ditinjau dari hasil interpretasi pengujian dye penetrant dan dinyatakan relevan dengan kriteria keterimaan standar yang dipersyaratkan.
2. Hasil pengelasan antara AISI 1020 carbon steel dan AISI 304 stainless steel dengan variasi arus las 100A, 120A dan 140A menghasilkan kualitas sambungan las pada bagian dalam yang baik ditinjau dari hasil interpretasi pengujian radiography dan dinyatakan relevan dengan kriteria keterimaan standar yang dipersyaratkan.

### Saran

1. Dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh variasi arus las terhadap sifat ketahanan korosi pada dissimilar metal welding antara AISI 1020 carbon steel dengan AISI 304 stainless steel.
2. Dilakukannya penelitian mengenai pengaruh grind angle electrode tungsten pada metode pengelasan GTAW terhadap besar dilusi yang terbentuk.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. B. Waluyo and V. D. Waas, "Pengaruh Laju Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Pengelasan Friction Stir Welding Material Aluminium," *J. Tek. Mesin, Elektro, Inform. Kelaut. dan Sains*, vol. 2, no. 1, 2022,
- [2] Y. Fang, X. Jiang, D. Mo, D. Zhu, and Z. Luo, "A review on dissimilar metals' welding methods and mechanisms with interlayer," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 102, no. 9–12, 2019.
- [3] S. Baskutis, J. Baskutiene, R. Bendikiene, A. Ciuplys, and K. Dutkus, "Comparative research of microstructure and mechanical properties of stainless and structural steel dissimilar welds," *Materials (Basel)*, vol. 14, no. 20, 2021.
- [4] S. Nugroho and W. Sudiarso, "Pengaruh PWHT dan Preheat pada Kualitas Pengelasan Dissimilar Metal antara Baja Karbon (A-106) dan Baja Tahan Karat (A312 TP-304H) dengan Filler Metal Inconel 82," *ROTASI*, vol. 14, no. 1, 2022.
- [5] D. Deng, S. Kiyoshima, K. Ogawa, N. Yanagida, and K. Saito, "Predicting welding residual stresses in a dissimilar metal girth welded pipe using 3D finite element model with a simplified heat source," *Nucl. Eng. Des.*, vol. 241, no. 1, 2011,
- [6] A. T. Assefa *et al.*, "Experimental Investigation and Parametric Optimization of the Tungsten Inert Gas Welding Process Parameters of Dissimilar Metals," *Materials (Basel)*, vol. 15, no. 13, 2022,
- [7] I. J. Singh, Q. Murtaza, and P. kumar, "A comprehensive review on effect of cold metal transfer welding parameters on dissimilar and similar metal welding," *Journal of Engineering Research (Kuwait)*. 2024.