

# **PENGUJIAN HASIL PENGELASAN FCAW-GS POSISI 2G dengan METODE *NON DESTRUCTIVE TESTING* BERDASARKAN *WELDER QUALIFICATION TEST* pada PT. LOUIS ALAIN**

**Febri Togu Parulian Siahaan, Veryawan Nanda Perkasa<sup>1</sup> and Nur Fitria Pujo<sup>2</sup>**

Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Perencanaan dan Konstruksi Kapal

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

<sup>1</sup>E-mail: febritogu.11@gmail.com

## **Abstrak**

Kualifikasi welder bertujuan untuk membuktikan kualitas welder tersebut yang dilaksanakan sesuai dengan kaidah – kaidah yang ada di dalam kode/standar internasional seperti ASME dan kode/standar lainnya. Proses pengelasan yang paling simpel saat ini yang banyak digunakan adalah proses pengelasan *Flux Cored Arc Welding* (FCAW) karena tidak perlu mengganti *filler metal* saat mengelas alur yang cukup Panjang. Metode pengujian *Non destructive testing* (NDT) menjadi pilihan utama untuk mengevaluasi kualitas pengelasan tanpa merusak bahan. Penelitian ini bertujuan untuk memastikan kemampuan juru las sesuai dengan acuan WPS dan code/standar yang digunakan pada kualifikasi welder tes. Batasan masalah penelitian ini adalah pengujian dilakukan dengan visual testing dan radiography testing sesuai dengan standar kualifikasi pengelasan yang telah ditetapkan oleh Perusahaan atau lembaga yang bersangkutan. Studi ini menggunakan pendekatan dengan cara mengumpulkan hasil pengelasan dari berbagai *welder* yang telah melalui proses kualifikasi. *Report visual inspection* pada laporan ini dilaksanakan selama satu hari yang terdiri dari 27 peserta dan dibagi menjadi 3 *batch*. Setelah dilakukan kualifikasi juru las diperoleh hasil 16 juru las yang memenuhi syarat sesuai dengan WPS dan *code/standar*.

**Kata kunci: Analisis, FCAW, NDT, Kualifikasi Welder, Kode/Standar**

## **Abstract**

Welder qualification aims to prove the quality of the welder which is carried out in accordance with the rules contained in international codes/standards such as ASME and other codes/standards. The simplest welding process that is currently widely used is the Flux Cored Arc Welding (FCAW) welding process because there is no need to replace the filler metal when welding a long enough groove. Non-destructive testing (NDT) testing methods are the main choice for evaluating welding quality without damaging the material. This research aims to ensure the welder's abilities comply with the WPS references and codes/standards used in welder qualification tests. The limitation of this research problem is that testing is carried out using visual testing and radiography testing in accordance with the welding qualification standards set by the company or institution concerned. This study uses an approach by collecting welding results from various welders who have gone through the qualification process. The visual inspection report in this report was carried out for one day consisting of 27 participants and divided into 3 batches. After the welder qualifications were carried out, the results were 16 welders who met the requirements in accordance with the WPS and code/standards.

**Keywords : Analysis, FCAW, NDT, Welder Qualifications, Code/Standard**

## 1 Pendahuluan

Pengelasan adalah proses penting dalam industri manufaktur dan konstruksi, yang bertujuan untuk menyatukan dua material, biasanya logam, dengan cara mencairkannya bersama-sama. Salah satu teknik pengelasan yang banyak digunakan adalah Flux-Cored Arc Welding - Gas Shielded (FCAW-GS). FCAW-GS merupakan metode pengelasan yang menggunakan elektroda berinti fluks dan pelindung gas untuk menghasilkan las berkualitas tinggi. Teknik ini dikenal dengan efisiensinya dalam menghasilkan sambungan las yang kuat dan dapat diterapkan pada berbagai posisi pengelasan, termasuk posisi 2G (horizontal). [1]

Proses pengelasan adalah aspek vital dalam industri manufaktur yang memungkinkan penyatuan material logam untuk membentuk struktur yang kokoh dan fungsional diantara berbagai metode pengelasan yang tersedia, seperti *Flux-Cored Arc Welding Gas Shielded* telah menonjol sebagai pilihan yang sering digunakan karena kecepatan, efisiensi, dan hasil yang konsisten yang ditawarkannya. Namun, pengelasan pada posisi 2G, atau posisi horizontal, menimbulkan tantangan tersendiri yang membutuhkan pemahaman yang mendalam untuk memastikan hasil pengelasan yang optimal. [2]

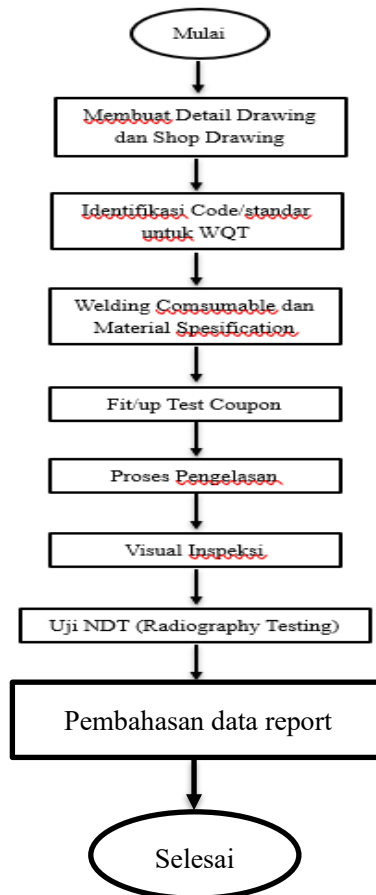
Pada proses pengelasan dalam sistem produksi, sering sekali dijumpai kecacatan pada material. Kecacatan tersebut terjadi bukan karena kebetulan, tetapi disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu sumber daya manusia yang kurang ahli, sarana dan prasarana yang kurang mendukung, dan kualitas elektroda yang buruk. Untuk mengetahui kecacatan yang terjadi pada material tersebut, maka metode yang sering digunakan adalah *Non Destructive Test* (NDT). [3]

*Non Destructive Testing* (NDT) dapat diartikan sebagai pemeriksaan yang ditujukan untuk mengidentifikasi adanya cacat atau kelemahan pada bahan material tanpa merubah ataupun menghancurkan benda atau spesimen (Moore, 1981). Pada dasarnya, pengujian ini dilakukan agar menjamin bahwa material yang kita gunakan masih aman atau belum melewati *damage tolerance* (toleransi kerusakan) yang di akibatkan oleh cacat -cacat logam. NDT terdiri dari beberapa metode yaitu: *liquid penetrant inspection*, *eddy current*, radiografi atau X-ray, *magnetic particle inspection*, dan *ultrasonic inspection*. [3]

Penelitian ini bertujuan untuk memastikan kemampuan juru las sesuai dengan acuan WPS dan code/standar yang digunakan pada kualifikasi welder tes.. Batasan masalah penelitian ini adalah material yang digunakan adalah carbon seteel ASTM A36 baja karbon rendah dan data yang diperhatikan hanya sampai hasil *visual welding report* NDT untuk menentukan kualifikasi juru las tersebut. [4]

## 2 Metodologi Penelitian

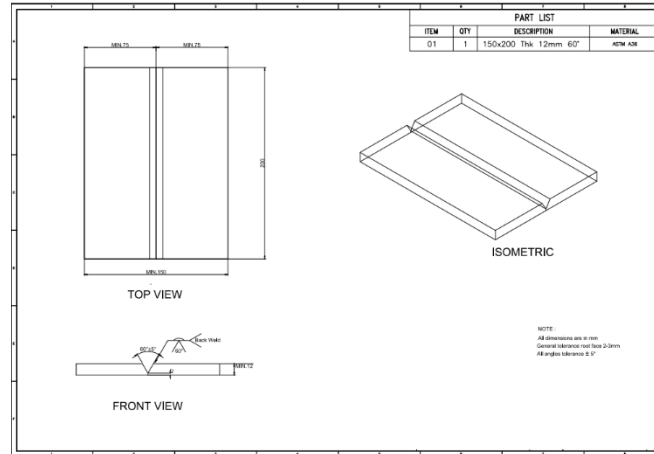
Metode pada penelitian ini adalah hasil dari *Welding Qualification Test* yang ada di PT. Louis Alain. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software* autocad untuk membuat drawing Plate dan juga akan di laksanakan selama tiga hari. Standar yang di gunakan adalah ASME Sec.IX 15 Ed.API 650 12<sup>Th</sup> Ed. Peserta yang dapat mengikuti ujian ini harus bisa melakukan Pengelasan FCAW-GS dengan posisi 2G. Berikut alur pengujian dari *Welding Qualification Test* berbentuk *Flowchart*.



Gambar 1. *Flowchart* pengujian

Flowchart *Welding Qualification Test* seperti gambar diatas bertujuan untuk memudahkan langkah-langkah dalam proses penelitian. Teknik pengumpulan data pada tahapan yang tersusun dalam penelitian yaitu pencatatan pada tiap-tiap hasil pengujian.

## 2.2 Shop Drawing Test Coupon WQT



**Gambar 2. Detail Drawing & Shop drawing WQT**

Drawing yang dibuat adalah untuk memberikan kepada client/pihak penyelenggara WQT dan juga peserta WQT supaya memahami dalam proses pengelasan yang akan dilakukan pada saat melakukan test. Didalam shop drawing juga terdapat jenis material dan juga deskripsi dari material tersebut serta bevel pada material.

## 2.3 Material Specification & Electrode Specification

Material yang digunakan untuk melakukan WQT adalah ASTM A36, material tersebut adalah baja karbon rendah yang memiliki performa yang baik, memiliki daya tahan yang tinggi serta kekuatan yang kuat untuk menahan beban apapun. Baja ASTM A36 tersebut banyak digunakan disemua konstruksi dan *structural, warehouses* dan bangunan fabrikasi. Material ini memiliki tensile strength 58-80ksi (400-550 MPa) dan minimum yield strength 36ksi (250 MPa). ASTM A36 adalah low carbon steel yang memiliki kekuatan tarik yang cukup tinggi yang dapat menahan beban atau tarikan pada pressure, good machinability dan weldability. [5]

*Electrode* adalah logam pengisi untuk menyatukan kedua material yang dipanaskan oleh arus listrik sehingga terjadinya fusi antara material dan logam pengisi. *Electrode* yang digunakan untuk melakukan WQT pada proses pengelasan FCAW-GS adalah E71T-1C. *Electrode* tersebut digunakan untuk mengelas baja karbon, menurut AWS A5.20 elektroda tersebut dapat digunakan pada semua posisi pengelasan (*all position*) pada arus DCEP (*Direct Current Electrode Positive*), kandungan kimia yang terdapat pada elektroda dapat dilihat di Tabel.

<i>Electrode Classification</i> A5.20/A5.20M	<i>Weight Percent (%)</i>										
	<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Mo</i>	<i>V</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>
<i>E71T-1C, -1M</i>	0.12	1.75	0.90	0.03	0.03	0.20	0.50	0.30	0.08	-	0.35

**Tabel 1. Komposisi kimia E71T-1C, sumber AWS A5.20**



WELDING PROCEDURE SPECIFICATION			IDENTIFICATION WPS		CONTRACT	
PROJECT	Material: API 5LX Storage Tanks	WPS No.	WPS	OF	OF	
CUSTOMER	CB&I E & C For OPEC, Line Plastics Project, Sohar Oman	REV. NO.	2	DATE	10/10/2017	
MAXIMUM INTERPASS TEMPERATURE SHALL NOT EXCEED 200°C						
PREHEAT REQUIREMENTS FOR ASME P-1, Cl. 1						
AMBIENT TEMPERATURE (1) (1) and above			AMBIENT TEMPERATURE Less than 10°C			
Thickness of Joint	Preheated Widths Butts & Fillets	Welding Pre-heat Temp. min.	Thickness of Joint	Preheated Widths Butts & Fillets	Welding Pre-heat Temp. min.	Thickness of Joint
Less than or equal to 2.0mm	None	None	Less than or equal to 2.0mm	None 2.0	None 2.0	None 2.0
Greater than 2.1 to 6mm	None 2.0	None 1	Greater than 2.0mm up to 3.0mm	None 2.0	None 2.0	None 2.0

NOTES:  
 1. Preheat for removing moisture may be used.  
 2. 20°C is considered warm to the hand.  
 3. Preheat within 4" (100mm) of the joint where welding is started and maintain 4" (100mm) ahead of the arc.  
 4. Maintain uniform heat over entire joint.  
 Preheat requirement shall apply to all welding, including tack welding and welding of temporary attachments

Gambar 4. WPS Approved

### 3. Analisa Data dan Pembahasan

#### 3.1 Kriteria Kelulusan *Welder Qualification* dalam ASME SEC IX Code RT (*Radiography Testing*)

Kriteria kelulusan untuk *Welder Performance Qualification (WPQ)* dalam ASME Section IX biasanya dapat ditemukan dalam bagian yang dicakup oleh Klausul QW 191.1: Pemeriksaan Radiografi & dijelaskan dalam Sub-klausul QW-191.1.2.2. Terdapat syarat-syarat yang harus di penuhi oleh seorang *welder* dalam tahap kelulusan kualifikasi tersebut pada saat dilakukan pengecekan secara visual terhadap hasil pengelasan. Kriteria kelulusan RT untuk kualifikasi tukang las terdapat dalam ASME SEC IX QW 191.1.2.2 sebagai berikut.

<i>Linear Indication</i>		
No.	<i>Welding Defect</i>	<i>Acceptance Criteria</i>
1	<i>Crack</i>	<i>Not acceptable</i>
2	<i>Incomplete Fusion</i>	<i>Not acceptable</i>
3	<i>Incomplete penetration</i>	<i>Not acceptable</i>
4	<i>Slag inclusions</i>	<i>For material thickness (t) up to 3/8 inches (10 mm), maximum slag inclusion of 1/8-inch (3mm) is acceptable. More than 1/8 inch shall be rejected</i>
5	<i>Slag inclusions</i>	<i>For material thickness (t) &gt; 3/8-inch (10 mm) to 2.25 inches (57 mm), maximum slag inclusion of 1/3t is acceptable.</i>
6	<i>Slag inclusions</i>	<i>For material thickness (t) &gt; 2.25 inches (57 mm), maximum slag inclusion of 3/4 inches (19 mm) is acceptable</i>
<i>Rounded Indication</i>		
No.	<i>Welding Defect</i>	<i>Acceptance Criteria</i>
1	<i>Rounded indications (e.g., porosity or pores)</i>	<i>1/8-inch (3 mm) maximum or 20% of material thickness (t), whichever is smaller.</i>
2	<i>Rounded indications: For material less than 1/8-inch (3 mm) thickness (t)</i>	<i>Maximum nos. of rounded indications shall not be more than</i>

	ASME SEC IX	WQT (QW-191.1.2.2)
Crack		Not Acceptable
LOF		Not Acceptable
LOP		Not Acceptable
Root concavity		Not Acceptable
Slag	3 mm for t up to 10 mm t/3 for t over 10 mm to 57 mm 19 mm for t over 57 mm Cumulative length $\leq t$ in any 12t weld length	
Undercut		Not Acceptable
Porosity	The maximum permissible dimension for rounded indications shall be 20% of t or 3 mm, whichever is smaller. * For t < 3 mm, The maximum number of acceptable rounded indications shall not exceed 12 in a 150 mm weld length. * For t > 3mm Maximum Dia of Rounded indication is not more than 0.8 mm	

**Tabel 3. Kriteria penerimaan ASME SEC IX**

### 3.2 Persiapan Spesimen Uji

Persiapan spesimen uji merupakan langkah awal dari penelitian ini. Material yang akan digunakan adalah ASTM A36 dengan ketebalan 12mm, material ini dipilih karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

- Faktor pertama adalah harga dari material yang akan digunakan. Harga ini akan menentukan kualitas material yang akan di gunakan pada saat kualifikasi welder, sehingga dalam pemilihan material harus disesuaikan dengan dana perusahaan.
- Ketersediaan dari material. Kita juga harus bisa menyesuaikan dengan permintaan client, karena tidak semua material bisa di dapati dengan mudah , perlu mencari alternatif lainnya dengan spesifikasi yang sama dari yang diajukan.

Selanjutnya yang di lakukan sebelum memulai pengelasan adalah dengan memeriksa plat yang akan di las dengan menggunakan taper gap untuk mengukur jarak antara ke dua sisi plat dan juga mengukur kemerataan plat apakah terjadi *hi-lo* atau tidak sebelum melakukan pengelasan.



**Gambar 5. Pengukuran *Hi-lo* dan juga Lebar *Gap***

### 3.3 Visual Inspection

*Visual Inspection* dilakukan saat hasil las sudah siap semua dan ada juga yang di mulai dari hot pass dengan cara melihat dan mengamati cacat – cacat las pada permukaan sambungan las secara kasat mata agar dapat diidentifikasi.

Alat yang digunakan antara lain:

- Dedicated weld gap gauge* digunakan untuk mengukur gap atau jarak dari kedua plat.
- Linear misalignment gauge* digunakan untuk mengetahui perbedaan tinggi rendah dari plat yang disambung.
- Welding gauges* digunakan untuk mengukur sudut *bevel*, permukaan las, ukuran *fillet (throat, leg length)*, kedalaman *undercut*, kedalaman *underfill*, dan ketinggian las.

### 3.4 Welding Report

welding report pada laporan ini diambil pada tanggal 06 Maret 2024 yang diikuti oleh peserta. peserta ini terdiri dari tiga batch dan Hasil pelaksanaan WQT dapat dilihat pada Tabel.

Date	Batch	Total juru las	Total lulus	Total gagal
06 Maret 2024	1	10	6	4
	2	10	4	6
	3	7	6	1
Total Welder		27	16	11
Presentase Kelulusan			59.26%	40.74%
Grade welder acc		A	B	C
		16	0	0

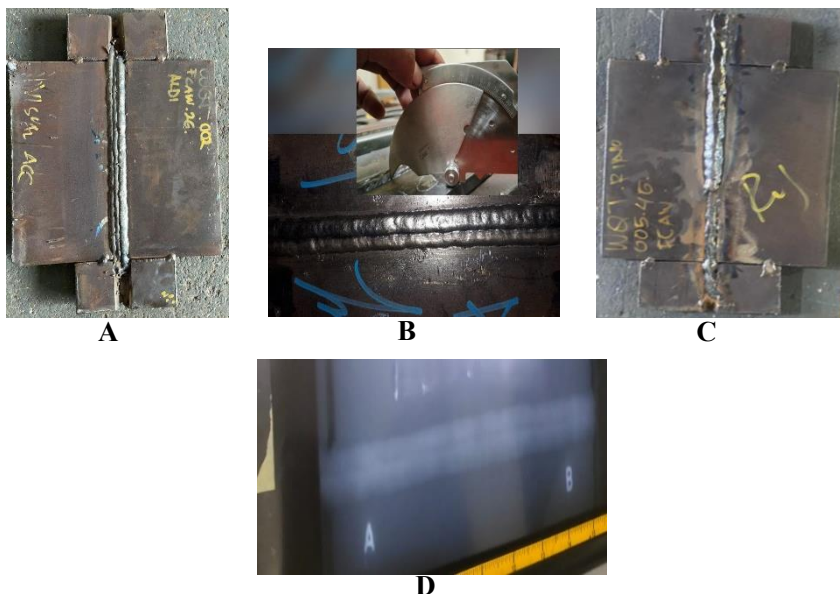
**Tabel 3. Data hasil pelaksanaan welder qualification test**

Date	Defect Visual	Defect RT
06 Maret 2024	Over Spatter Porosity Undercut Underfill Overlap	Slag Inclusion. Incomplete Penetration. Porosity

**Tabel 4. Hasil Pengecekan cacat las secara visual dan Radiography test**

Total peserta yang lulus dari tabel tersebut berjumlah 16 juru las dan total peserta yang gagal 11 juru las dari jumlah peserta 27 orang. Nilai keseluruhan juru las yang berhasil baik dengan persentase 59.26%. Dan Grade adalah ketentuan penilaian yang dibuat untuk menentukan hasil visual inspeksi. Pada grade A, B, C dan D ketentuan penilaian dibuat berdasarkan tingkatan nilai visualnya. Kreteria penilaian pada ringkasan *Welder Qualification Test* sebagai berikut:

- Grade A diberikan pada hasil pengelasan yang baik secara visual tidak ada cacat las
- Grade B diberikan pada hasil pengelasan yang hampir sempurna salah satu contohnya undercut 1mm.
- Grade C diberikan pada hasil pengelasan yang tidak memenuhi *acceptance criteria* visual inspeksi.
- Gambar D adalah tidak adanya defect yang terjadi di dalam logam pengelasan yang di cek setelah melakukan *Radiography Test*. Penilaian pada grade A, B, C dan D dapat dilihat pada Gambar.



**Gambar 6. Penialain pada grade A, B, C, D**

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan bertujuan untuk memastikan kemampuan juru las sesuai dengan acuan wps dan code/standar yang digunakan pada kualifikasi welder tes. Pengujian dilakukan dengan metode ndt, yaitu *Visual Testing* (VT), *Radiography Testing* (RT). Dari hasil *Visual Testing*, tidak ditemukan cacat permukaan yang signifikan, dan sambungan las memiliki profil yang rapi dan konsisten. Secara keseluruhan, hasil pengelasan FCAW-GS posisi 2G memenuhi standar yang ditetapkan dalam *welder qualification test*. Meskipun ditemukan beberapa cacat kecil, seperti retak mikro dan porositas, cacat-cacat ini tidak mempengaruhi kekuatan dan keandalan sambungan las secara signifikan. Hasil dari kualifikasi juru las yang diikuti peserta terdiri dari tiga *batch* yang dilaksanakan pada tanggal 06 Maret 2024 terdapat 16 peserta yang lulus dan 11 peserta tidak lulus. Penyebab kegagalan pada saat kualifikasi ini adalah *travel speed* yang terlalu cepat dan pengaturan ampere yang terlalu tinggi maka dari itu di temukan *defect-defect* yang dapat menyebabkan kegagalan pada saat dilakukan inspeksi *visual* dan *Radiography Test*.

#### 5 Daftar Pustaka

- [1] R. J. Putra, "Kualifikasi Welder Fcaw-Gs Pada Posisi 6G Menggunakan Multiple Code (AWS D1.1, ASME Sec. IX, dan ISO 9606-1)," *JATRA*, p. 2, 2021.
- [2] I. Kholis, "Kualifikasi Welding Procedure Specification (Wps) Dan Juru Las (Welder) Berdasarkan Asme Section IX Di Industri Migas," *Swara Patra*, Vol. 2 No. 3, 2012.
- [3] A. U. Ryadin, "Analisa Kualitas Pengelasan Flux Cored Arc Welding (FCAW) pada Pabrikasi Tugboat 23 M, Hull 302," *Sigma teknika*, 2020.
- [4] A. W. Society, "Structural Welding Code-Steel. USA," *AWS D1.1/D1.1M*, 2020.
- [5] A. Salim, "Perencanaan Kebutuhan Juru Las, Mesin Las Dan Elektroda Las Pada Perakitan Bangunan Atas Kapal Ferry 300 Gt," *Skripsi, Gowa: Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*, 2018.
- [6] R. Fahmy, "Studi Pengaruh Root Gap Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro pada Sambungan Las Pelat Astm A36," *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 2015.