

KUALIFIKASI WELDER FCAW-GS PADA POSISI 6G MENGGUNAKAN MULTIPLE CODE (AWS D1.1, ASME SEC. IX, DAN ISO 9606-1)

Rafi Julio Putra¹, Nurul Laili Arifin^{1*}, Tian Havwini¹, Nugroho Pratomo Ariyanto¹

¹ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam
Jalan Ahmad Yani, Batam Center, Batam 29461, Indonesia

*Corresponding author: laili@polibatam.ac.id

Article history

Received:
06-12-2021
Accepted:
20-12-2021
Published:
30-12-2021

Copyright © 2021
Jurnal Teknologi dan
Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Kualifikasi *welder* adalah pengkualifikasian juru las atau *welder* yang bertujuan untuk membuktikan kualitas *welder* tersebut yang dilaksanakan sesuai dengan kaidah – kaidah yang ada di dalam *international code/standard* seperti AWS, API, ASME, ISO dan kode/standar lainnya. Tujuan dari pembuatan laporan ini adalah untuk merancang skema pengkualifikasian *welder* dengan menggunakan tiga kode/standar sekaligus, yaitu : AWS D1.1 (2020), ASME Sec. IX (2019) dan ISO 9609-1 (2017). Dengan demikian, dapat meminimalisasi penggunaan biaya, waktu dan juga persiapan yang dibutuhkan untuk melakukan kualifikasi *welder* tersebut. Metodologi yang digunakan yaitu kajian pustaka untuk mendapatkan kesamaan dari variabel-variabel yang nantinya akan digunakan untuk mengkualifikasi *welder* dengan menggunakan tiga kode/standar yang digunakan. Setelah mendapatkan variabel-variabel yang dibutuhkan, tahapan selanjutnya ialah implementasi variabel-variabel tersebut untuk melakukan kualifikasi *welder* mulai dari persiapan material, proses pengelasan hingga pengujian dari hasil lasan. Agar kualifikasi *welder* dengan tiga kode/standar sekaligus tersebut dapat dilakukan, perlu memperhatikan keterkaitan untuk setiap variabel yang digunakan untuk dapat meng-cover antara satu kode dengan kode yang lainnya. Hal ini disebabkan apabila salah satu variabel tidak dapat terpenuhi di salah satu kode/standar yang digunakan, maka pengkualifikasian *welder* menggunakan tiga kode/standar tidak dapat dilaksanakan. Material yang digunakan pada kualifikasi *welder* ini ialah ASTM A106 Grade B dengan panjang material 170 mm × 170 mm dengan ketebalan 18,26 mm dan diameter 6” (168,3 mm) sch 160. Metode pengujian yang digunakan ialah *Visual Inspection* dan *Side Bend Test* dengan banyaknya jumlah material yang digunakan untuk *Side Bend Test* ialah empat buah material uji.

Kata Kunci: kualifikasi *welder*, kode/standar, variabel

Abstract

Welder qualification is the qualification of a welder or welder that aims to prove the quality of the welder, which is carried out following the rules in international codes/standards such as AWS, API, ASME, ISO, and other codes/ codes/standards. The purpose of this report is to design a welder qualification scheme using three codes/standards at once, namely: AWS D1.1 (2020), ASME Sec. IX (2019) and ISO 9609-1 (2017). Thus, it can minimize costs, time, and the preparation needed to qualify the welder. The methodology used was a literature review to get the similarity of the variables, which will later be used to qualify the welder using the three codes/standards used. After obtaining the required variables, the next step was the implementation of these variables to qualify the welder from the material preparation and welding process to test the weld results. In order to qualify the welder with three codes/standards at once, it was necessary to pay attention to the relationship for each variable used to cover one code with another. If one of the variables cannot be met in one of the codes/standards used, then the welder's qualification using three codes/standards cannot be implemented. The material used in this welder qualification is ASTM A106 Grade B with a material length of 170 mm × 170 mm with a thickness of 18.26 mm and a diameter of 6" (168.3 mm) sch 160. The test methods used were Visual Inspection and Side Bend Test with four samples.

Keywords: welder qualification, code/standard, variables

1.0 PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya perkembangan industri fabrikasi pada saat ini, membuat setiap industri berlomba-lomba untuk memberikan kualitas yang terbaik agar dapat dipercaya untuk menangani project yang ditawarkan. Salah satu bagian pengerjaan fabrikasi yang kritical adalah pengelasan. Pengelasan dapat dilakukan untuk fabrikasi baik itu yang nantinya akan digunakan di *offshore* (*Jacket, Platform*, dan lain sebagainya) maupun untuk fabrikasi *onshore* (*pressure vessel, boiler, piping, module*, dan lain sebagainya) [1]. Untuk memberikan hasil pengelasan yang berkualitas, tentu diperlukan tenaga kerja yang terqualifikasi berdasarkan aturan *international code/standard* dan *project specification*. Untuk industri fabrikasi terutama pengelasan, ada beberapa *code/standard* yang digunakan seperti: AWS, ASME, ISO, DNV-GL, API dan *code/standard* lainnya. Seorang *welder* harus melakukan kualifikasi terlebih dahulu sebelum nantinya ditempatkan pada *project* dengan menggunakan salah satu kode/standar sesuai dengan permintaan *project specification*.

Kualifikasi *welder* adalah pengkualifikasian juru las atau *welder* yang bertujuan untuk membuktikan kualitas *welder* tersebut yang dilaksanakan sesuai dengan kaidah-kaidah yang ada di dalam *international code/standard* seperti AWS, API, ASME, ISO dan kode/standar lainnya [2] [3]. Dengan banyaknya kode/standar yang ada, membuat industri terus menerus melakukan kualifikasi terhadap *welder*. Atas dasar itulah penulis membahas tentang kualifikasi *welder* dengan menggunakan *multiple code*. Tujuan dari pengkajian ini adalah untuk merancang skema pengkualifikasian *welder* dengan menggunakan tiga kode/standar sekaligus, yaitu: AWS D1.1(2020), ASME Sec. IX (2019) dan ISO 9609-1 (2017). Dengan demikian, dapat meminimalisir penggunaan biaya, waktu dan juga persiapan yang dibutuhkan untuk melakukan *kualifikasi welder* tersebut. Batasan masalah pada tulisan ini adalah membahas tentang kualifikasi *welder* untuk pengelasan FCAW-GS pada posisi 6G dengan menggunakan kode AWS D1.1, ASME Sec. IX dan ISO 9606-1.

2.0 METODE

Metodologi yang digunakan dalam pembuatan laporan ini menggunakan 2 tahapan yaitu : Kajian Pustaka dan Praktikum. Kajian pustaka dilakukan untuk menentukan variabel-variabel pada Tabel 1 pengelasan dan pengujian yang dibutuhkan untuk melakukan kualifikasi *welder* dengan menggunakan *multiple code*. Sedangkan praktikum dilakukan untuk menerapkan seluruh variabel yang telah ditentukan sebelumnya dengan melakukan kualifikasi *welder* pada posisi 6G dengan proses pengelasan FCAW-GS dan juga pengujian terhadap hasil las-lasan. Pengujian menggunakan dua metode uji yaitu *Visual Inspection* dan *Side Bend Testing*. Jumlah

welder yang dites sebanyak 10 orang. Masing-masing *welder* diwajibkan membuat 1 spesimen dan apabila gagal maka dilakukan pengujian ulang.

Material yang digunakan untuk melakukan kualifikasi *welder* adalah pipa *carbon steel* dengan spesifikasi ASTM A106 Grade B. Panjang material uji yang digunakan adalah 170 mm × 170 mm dengan ketebalan 18,26 mm dan dengan diameter 6" (168,3 mm) sch 160.

Tabel 1 : Variabel yang digunakan untuk kualifikasi *welder*

Parameter	ASME IX 2019	ISO 9606-1 2017	AWS D1.1 2020
General	QW Article 3	-	Chapter 10, Part D
Test Piece Dimension	QW-310 (Figure QW-462.2)	Clause 6.2 Figure 5	(testing specimen)
Testing	QW-302 QW-452.1	Clause 6.4 Table 13	Clause 6.17.1
Visual Inspection	QW-194	Clause 7	Clause 6.10.1
Side Bend Test	Table QW-452.1 (a)	Clause 6.5.2.3	Table 10.13
Essential Variable	Table QW-355	Clause 5	Table 6.12
Position	QW-303 Table QW-461.9	Table 9	Table 10.12
Weld deposit/ Ketebalan Material	Table QW-452.1 (b)	Table 6	Table 10.13
Diameter	QW-303 Table QW-452.3	Table 7	Table 10.13



Gambar 1 : Panjang material

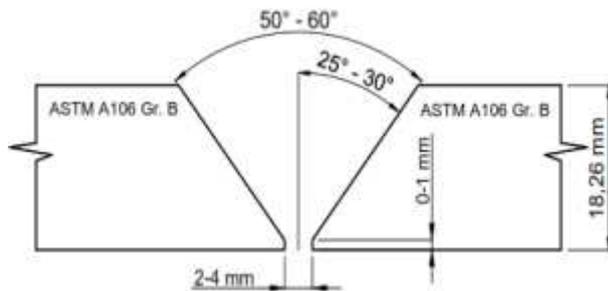


Gambar 2 : Ketebalan material



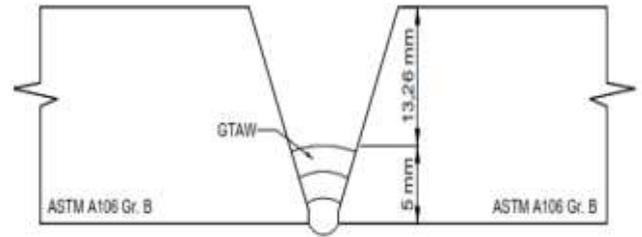
Gambar 3 : Diameter luar material

Joint design pada kualifikasi *welder* ini menggunakan jenis kampuh *single - V (butt joint)* dengan lebar *groove angle* $50^{\circ} - 60^{\circ}$, *root face* $0 - 1$ mm dan *root gap* $2 - 4$ mm.



Gambar 4 : *Joint design material*

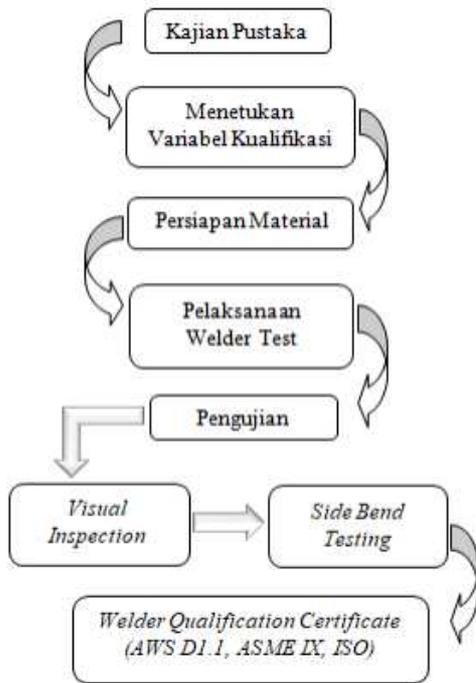
Langkah utama yang harus dilakukan sebelum melakukan kualifikasi *welder* adalah mempersiapkan segala sesuatu yang dibutuhkan selama melakukan kualifikasi *welder*, seperti persiapan material, persiapan lokasi pengujian dan persiapan peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan kualifikasi *welder*. Proses pengelasan yang digunakan adalah FCAW-GS dengan posisi 6G. Proses pengelasan FCAW-GS dipilih karena selain lebih efisien dalam proses pengerjaannya, proses ini juga lebih banyak digunakan untuk pengerjaan di lapangan. Pada bagian *root* dari material, sudah terlebih dahulu dilakukan proses pengelasan dengan menggunakan proses pengelasan GTAW hingga pada ketebalan *weld deposit* 5 mm (*root pass - filler pass*), sehingga ketebalan *weld deposit* yang dilas oleh *welder* untuk kualifikasi setebal 13,26 mm (*filler pass - capping*). Hal ini dikarenakan sifat dari proses pengelasan pada FCAW-GS tidak cocok digunakan untuk proses pengelasan pada bagian *root* material (tanpa menggunakan *backing material*).



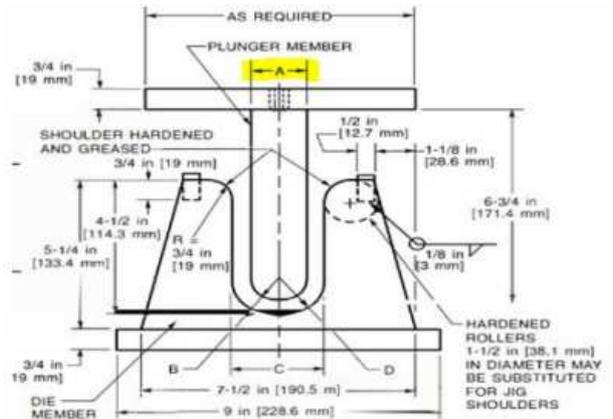
Gambar 5 : *Welding sequence*

Setelah dilakukan kualifikasi *welder*, selanjutnya ialah tahap pengujian dari hasil pengelasan *welder* tersebut. Pengujian yang digunakan pada kualifikasi *welder* ini menggunakan dua metode pengujian yaitu *Visual Inspection* dan *Side Bend Test*. Pengujian *Visual Inspection* ialah pengujian yang dilakukan tanpa merusak material yang sedang diuji. Sedangkan pengujian *Side Bend Test* ialah pengujian yang dilakukan dengan merusak dari material yang sedang diuji (DT). Pengujian *Visual Inspection* dilakukan secara langsung dengan tujuan untuk memastikan bahwa material yang telah selesai dilas tidak terdapat cacat las yang telah disebutkan pada masing-masing kode/standar dan juga harus sesuai dengan *acceptance criteria* dari masing-masing kode/standar. Pengujian ini dilakukan ketika *welder* tersebut telah selesai melakukan proses pengelasan.

Setelah dilakukan pengujian *Visual Inspection*, pengujian selanjutnya ialah *Side Bend Test*. Pengujian ini dilakukan dengan cara menekan benda kerja pada bagian *weld metal* hingga membentuk lengkungan dengan tujuan untuk menentukan apakah material tersebut jika diberi tekanan pada beban tertentu akan mengalami cacat las yang timbul selama proses pengujian atau mampu menerima beban yang dikenakan selama pengujian. Ketika spesimen uji telah lulus atau sesuai dengan *acceptance criteria* pada masing-masing kode/standar yang digunakan, maka *welder* tersebut akan terqualifikasi menggunakan *multiple code/standard* yang digunakan. Sehingga nantinya *welder* tersebut akan mendapatkan tiga sertifikat yang menandakan bahwa *welder* tersebut sudah *qualified* pada kode/standar tersebut.



Gambar 6 : Diagram alur metodologi



Gambar 7 : Diameter Former yang digunakan pada Side Bend Test (A)

Pada gambar di atas dapat dilihat, diameter former yang akan digunakan untuk Side Bend Test yang dilambangkan dengan huruf (A).

Tabel. 2 : Former dimension (AWS D1.1 Gambar 6.11)[4]

Yield Strength actual/spesifik material	Side Bend Test (A), in (mm)
≤ 50 ksi (345 MPa)	1-0,5 (38.1)
Di atas 50 ksi (345 MPa) sampai 90 ksi (620 MPa)	2 (50.8)
≥ 90 ksi (620 MPa)	2-0,5 (63,5)

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemilihan Material

Material yang akan digunakan adalah ASTM A106 Grade B, material ini dipilih karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

- Harga dari material. Faktor pertama ialah harga dari material yang akan digunakan. Harga dari material akan menentukan kualitas material tersebut, sehingga dalam pemilihan material harus disesuaikan dengan dana perusahaan.
- Ketersediaan dari material. Faktor selanjutnya ialah ketersediaan dari material yang akan digunakan. Apakah material tersebut mudah untuk didapat di pasaran atau bahkan material tersebut sulit untuk ditemukan sehingga perlu dicari alternatif lainnya dengan spesifikasi yang sama
- Minimum yield point/strength. Pemilihan dari yield strength pada material yang akan digunakan untuk kualifikasi welder nantinya akan mempengaruhi dari diameter former yang akan digunakan untuk pengujian Side Bend Test. Sehingga dalam pemilihan material yang akan digunakan untuk kualifikasi welder dengan menggunakan multiple code/standard faktor ini perlu untuk diperhatikan agar dapat mencakup untuk setiap kode/standar yang akan digunakan.

Pada kode/standar AWS D1.1 dalam Tabel 2 untuk menentukan diameter dari former yang akan digunakan untuk Side Bend Test, dibedakan berdasarkan dari yield strength material yang digunakan. Untuk material ASTM A106 Grade B memiliki nilai yield strength 35 ksi (240 MPa). Sehingga diameter former yang digunakan adalah 38,1 mm[4].

Pada kode/standar ASME Sec. IX dalam Tabel 3 untuk menentukan diameter former yang akan digunakan untuk pengujian Side Bend Test, ditentukan berdasarkan dari pengelompokan material yang digunakan. Material ASTM A106 Gr. B berada pada kelompok material P-No. 1, sehingga berada pada kelompok material yang memiliki elongation ≥ 20%. Sehingga diameter former yang digunakan adalah 4t (40 mm)[6].

Sedangkan untuk kode/standar ISO 9606-1 pada clause 6.5.2.3 jika menggunakan pengujian Transverse Bend Test atau Side Bend Test, maka diameter former yang akan digunakan adalah 4t (40 mm)[5]. Sehingga dari ketiga kode/standar tersebut, diameter former yang akan digunakan mengikuti dari besarnya former pada kode/standar AWS D1.1 yaitu 38,1 mm. Hal ini karena semakin kecil diameter former yang digunakan, maka akan semakin besar energi yang diberikan kepada benda uji sehingga hasil yang diberikan juga akan semakin maksimal.

Tabel 3: *Former dimension* (ASME Sec. IX Gambar QW-466.1)

Material	Ketebalan, <i>t</i> , mm	A, mm
P-No. 23 sampai P-No. 21 melalui P-No. 25; P-No. 21 melalui P-No. 25 dengan F-No. 23 atau 26; P-No. 35;	3 kurang dari 3	50 16-1/2 <i>t</i>
P-No. 11A, P-No. 11B; P-No. 25 sampai P-No. 21 atau P-No. 22 atau P-No. 25	10 kurang dari 10	67 6-2/3 <i>t</i>
P-No. 51; P-No. 49	10 kurang dari 10	80 8 <i>t</i>
P-No. 52; P-No. 53; P-No. 61; P-No. 62	10 Less than 10	100 100 <i>t</i>

3.2 Dimensi Material

3.2.1 Panjang Material

Panjang material yang akan digunakan untuk kualifikasi *welder* ini adalah 170 mm × 170 mm. Dimensi ini dipilih setelah melakukan perbandingan dengan menggunakan tiga kode/standar. Pada kode/standar AWS D1.1 tidak dijelaskan panjang minimum maupun panjang maksimum material yang dibutuhkan untuk melakukan kualifikasi *welder* pada sambungan pipa. Sehingga untuk menentukan panjang minimum, material yang dibutuhkan untuk melakukan kualifikasi *welder* pada AWS D1.1 dapat mengacu kepada panjang material yang akan digunakan untuk melakukan *Side Bend Test*, panjang yang diminta untuk melakukan *Side Bend Test* adalah 150 mm (AWS D1.1 Gambar 6.9)[4]. Sama halnya seperti pada kode/standar AWS D1.1, kode/standar ASME Sec. IX juga tidak menjelaskan panjang minimum material dan panjang maksimum material yang dibutuhkan untuk kualifikasi *welder* pada sambungan pipa, sehingga dapat mengacu pada panjang material yang akan digunakan untuk pengujian *Side Bend Test*. Panjang yang dibutuhkan untuk pengujian *Side Bend Test* adalah 150 mm (ASME Gambar QW-462.2)[6]. Sedangkan pada kode/standar ISO 9606-1 panjang material pada sambungan pipa yang dibutuhkan untuk kualifikasi *welder* adalah $\geq 125 \text{ mm} \times \geq 125 \text{ mm}$ (ISO 9606-1 Gambar 5)[5]. Sehingga pemilihan material dengan panjang 170 mm × 170 mm ini sudah dapat mencakup dari ketentuan-ketentuan ketiga kode/standar yang digunakan yaitu pada AWS D1.1 dan juga ASME Sec. IX panjang minimum material yang dibutuhkan ialah 150 mm sedangkan untuk ISO 9606-1 panjang minimum material yang dibutuhkan adalah $\geq 125 \text{ mm} \times \geq 125 \text{ mm}$.

3.2.2. Ketebalan Material / *Weld deposit*

Pada kualifikasi *welder* ini, ketebalan material yang digunakan adalah 18,26 mm yang mana sudah dilakukan pengelasan terlebih dahulu pada bagian root pass – filler pass dengan total ketebalan 5 mm menggunakan proses GTAW, sehingga ketebalan material yang akan

digunakan untuk melakukan kualifikasi *welder* adalah setebal 13,26 mm. Dari ketiga tabel di bawah dapat dilihat bahwa pada setiap kode/standar memiliki *range* kualifikasi yang berbeda-beda. Pada kode/standar AWS D1.1, untuk menentukan range kualifikasi pada ketebalan material dapat dilihat dari ketebalan material itu sendiri. Sedangkan pada kode/standar ASME Sec. IX dan ISO 9606-1 untuk menentukan range kualifikasi pada ketebalan material dilihat dari ketebalan *weld deposit* pada material.

Tabel 4 : Range Kualifikasi Pada Ketebalan (AWS D1.1 Tabel 10.13)[4]

Pembuatan <i>CJP Groove Butt Joint</i>			Ukuran Kualifikasi	
			Nominal <i>Plate</i> , Pipa atau <i>Tube Wall</i> dari Kualifikasi Ketebalan, mm	
Tipe las	<i>Nominal Size of Test Pipe</i> , mm	<i>Nominal Test Ketebalan</i> , mm	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>
<i>Groove</i>	≤ 100	<i>Unlimited</i>	3	20
<i>Groove</i>	> 100	≤ 10	3	20
<i>Groove</i>	> 100	> 10	5	<i>Unlimited</i>

Dalam kode/standar AWS D1.1 pada Tabel.4 ketebalan material dibedakan menjadi tiga kategori, yaitu: material dengan ketebalan *unlimited*, material dengan ketebalan $\leq 10 \text{ mm}$ dan material dengan ketebalan $>10 \text{ mm}$. Untuk kualifikasi *welder* ini, ketebalan material yang digunakan adalah ketebalan >10 dengan *range* kualifikasi untuk pengerjaan dilapangan dengan ketebalan material minimum 5 mm dan ketebalan maksimum *unlimited* [4].

Tabel 5 : Ketebalan *weld deposit* (ASME Sec. IX Tabel QW-452.1(b))[6]

Ketebalan (<i>t</i>) <i>Weld Metal</i> pada test <i>Coupon</i> , in (mm)	Kualifikasi Ketebalan dari <i>weld metal</i>
Semua	2 <i>t</i>
0,5 (13) dan lebih dari min 3	Maksimum dilas <i>layer</i>

Pada kode/standar ASME Sec. IX pada Tabel.5 ketebalan *weld deposit* terbagi menjadi dua kategori, yaitu : material dengan ketebalan *weld deposit* $< 13 \text{ mm}$ dan material dengan ketebalan *weld deposit* $\geq 13 \text{ mm}$ dengan range kualifikasi pengerjaan di lapangan hingga ketebalan *unlimited*[6].

Sedangkan untuk kode/standar ISO 9606-1 Tabel.6, pemilihan ketebalan material dihitung dari ketebalan *weld deposit*(s). Untuk ketebalan *weld deposit* pada ISO 9606-1 dibedakan menjadi tiga kategori, yaitu : untuk ketebalan $s < 3$, ketebalan $3 \leq s < 12$ dan ketebalan $s \geq 12 \text{ mm}$ dengan *range* kualifikasi dengan ketebalan minimum $\geq 3 \text{ mm}$ ketebalan maksimum *unlimited*[5].

Dari pemilihan ketebalan pada ketiga kode/standar tersebut dipilihlah material yang akan digunakan untuk kualifikasi welder dengan ketebalan material 18,26 mm. Pemilihan ketebalan ini sudah dapat mencakup dari ketiga kode/standar yang digunakan. Tujuan dari pemilihan material dengan ketebalan 18,26 mm ini agar nantinya ketika proses pengerjaan di lapangan, batasan maksimum untuk ketebalan dari material yang dapat dilas oleh seorang welder adalah *unlimited*

Tabel. 6 : Ketebalan weld deposit (ISO 9606-1 Tabel 6)[5]

Ketebalan Deposit of Test pieces	Rentang Nilai
$s < 3$	s sampai 3 atau s sampai 2s
$3 \leq s < 12$	3 sampai 2s
$s \geq 12$	≥ 3

3.2.3. Diameter Material

Sebelum menentukan diameter yang akan digunakan untuk melakukan kualifikasi welder, terlebih dahulu harus mengetahui range kualifikasi pada ketiga kode/standar yang digunakan. Setiap kode/standar memiliki range kualifikasi yang berbeda-beda dan terbagi menjadi beberapa kategori berdasarkan dari diameter material yang akan digunakan.

Tabel 7: Kualifikasi diamater (AWS D1.1 Tabel 10.13)[4]

Pembuatan CJP Groove Butt Joint			Jumlah spesimen		
			5G, 6G ketebalan hanya posisi 6GR		
Tipe las	Ukuran lasan Pipa, mm	Ketebalan, mm	Face Bend	Root Bend	Side Bend
Groove	≤ 100	<i>Unlimited</i>	2	2	
Groove	> 100	≤ 10	2	2	
Groove	> 100	> 10	-	-	4

Untuk menentukan range kualifikasi dari diameter pada kode/standar AWS D1.1 dapat dilihat pada Tabel.7 di atas. Range kualifikasi pada diameter dari material dibedakan menjadi tiga kategori berdasarkan dari diameter material dan juga dari ketebalan material. Diameter material ≤ 100 mm dengan ketebalan *unlimited*, diameter material > 100 mm dengan ketebalan ≤ 10 mm dan diameter material > 100 mm dengan ketebalan > 10 mm[4].

Dari ketiga kategori kualifikasi diameter tersebut, yang akan digunakan untuk kualifikasi welder adalah material dengan diameter > 100 mm dengan ketebalan material > 10 mm, yang mana pada kategori ini memiliki

range kualifikasi untuk diameter minimum yang dapat dilas adalah 1/2 dari diameter atau 100 mm dan diameter maksimum adalah *unlimited*.

Untuk kode/standar ASME Sec. IX pada Tabel.8 range kualifikasi untuk menentukan diameter pada tabel di atas dibedakan menjadi tiga kategori berdasarkan dari diameter material. Dari ketiga kategori tersebut antara lain material dengan diameter < 25 mm, material dengan diameter 25 mm sampai dengan 73 mm dan material dengan diameter > 73 mm[6]

Tabel 8: Kualifikasi diameter (ASME Sec. IX Tabel QW-452.3)[6]

Diameter Luar dari test coupon, in. (mm)	Kualifikasi Diameter luar in.(mm)	
	min	max
Kurang dari 1 (25)	<i>Size welded</i>	<i>unlimited</i>
1 (25) sampai 2,875 (73)	1 (25)	<i>unlimited</i>
Di atas 2,875 (73)	2,875 (73)	<i>unlimited</i>

Pada ketiga kategori tersebut range kualifikasi diameter yang digunakan untuk melakukan kualifikasi welder adalah material dengan diameter > 73 mm. Material dengan diameter > 73 mm memiliki range kualifikasi untuk diameter minimum yang dapat dilas adalah 73 mm dan dengan diameter maksimum yang dapat dilas adalah *unlimited*.

Tabel 9 : Kualifikasi diameter (ISO 9606-1 Tabel 7)[4]

Diameter Luar Pipa	Range of Qualification
$D \leq 25$	D sampai 2D
$D > 25$	$\geq 0,5D$ (min 25 mm)

Untuk menentukan range kualifikasi dari diameter material pada kode/standar ISO 9606-1, pada Tabel.9 dapat dilihat pada tabel di atas dibedakan menjadi dua kategori berdasarkan diameter luar material. Pada kategori pertama diameter yang diminta adalah $D \leq 25$ mm dan pada kategori yang kedua diameter yang diminta adalah $D > 25$ mm[5].

Dari kedua kategori tersebut, diameter yang akan digunakan untuk kualifikasi welder adalah material dengan diameter > 25 mm yang mana untuk range kualifikasi untuk diameter minimum yang dapat dilas adalah 25 mm dan dengan diameter maksimum yang dapat dilas adalah *unlimited*[5].

Setelah didapat diameter yang akan digunakan dari masing-masing kode/standar, selanjutnya adalah menentukan diameter yang akan digunakan untuk kualifikasi welder. Diameter yang digunakan untuk kualifikasi welder adalah pipa dengan diameter 6” (168,3 mm) sch 160. Pemilihan diameter ini didasari oleh beberapa faktor, yaitu: material dengan diameter 6” mudah untuk dijumpai dipasaran sehingga mudah untuk didapat dan proses pengelasannya juga tergolong mudah untuk dilakukan karena semakin kecil diameter suatu material maka akan semakin sulit untuk dilakukan proses pengelasan dan juga apabila diameter terlalu besar maka akan membutuhkan waktu yang relatif lebih lama untuk

menyelesaikan pengelasan material tersebut. Selain itu diameter ini dipilih karena sudah dapat mencakup dari ketiga kode/standar yang digunakan. Tujuan dari pemilihan diameter ini adalah agar ketika welder nantinya mengerjakan pekerjaan di lapangan range kualifikasi dari diameter yang dapat dilas untuk diameter maksimumnya adalah *unlimited*.

3.3 Posisi Pengelasan

Sebelum menentukan posisi pengelasan yang akan digunakan untuk melakukan *kualifikasi welder*, terlebih dahulu harus mempertimbangkan posisi pengelasan yang akan digunakan untuk pengerjaan di lapangan nantinya. Karena setiap posisi pengelasan memiliki range kualifikasi yang berbeda-beda. Untuk kualifikasi welder ini, posisi pengelasan yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan yang ada dilapangan. Posisi pengelasan yang dipilih harus dapat mencakupi dari ketiga kode/standar yang digunakan yaitu AWS D1.1, ASME Sec. IX dan ISO 9606-1. Untuk lebih jelasnya perhatikan tabel-tabel di bawah ini.

Pada kode/standar AWS D1.1, dapat dilihat dari Tabel.10, setiap posisi pengelasan memiliki range kualifikasi yang berbeda-beda. Range kualifikasi untuk posisi pengelasan pada pipa (*groove*) terbagi menjadi enam posisi pengelasan, yaitu; 1G, 2G, 5G, 6G, 2G + 5G dan 6GR[1][4]. Dari keenam posisi pengelasan yang ada pada sambungan pipa (*groove*), posisi pengelasan yang akan digunakan pada kode/standar AWS D1.1 adalah posisi 6G. Posisi 6G ini dipilih karena untuk range kualifikasinya baik pada sambungan *plate* (*groove & fillet*) maupun pada sambungan pipa (*butt joint & fillet*) dapat *qualified* pada semua posisi pengelasan (F, H, V dan OH) [1],[7].

Pemilihan posisi pengelasan pada kode/standar ASME Sec. IX. Pada Tabel.11 hampir sama dengan yang ada pada kode/standar AWS D1.1, posisi pengelasan pada pipa (*groove*) terbagi menjadi enam posisi, yaitu; 1G, 2G, 5G, 6G, 2G + 5G dan Special Position (SP)[3].

Dari keenam posisi pengelasan tersebut pada sambungan pipa (*groove*), posisi pengelasan yang akan digunakan untuk melakukan kualifikasi *welder* adalah posisi 6G. Posisi ini dipilih karena untuk range kualifikasinya baik pada sambungan *groove* (*plate* dan pipa) maupun pada sambungan fillet (*plate* dan pipa) dapat *qualified* pada semua jenis posisi pengelasan (F, H, V dan O) [6].

Pemilihan posisi pengelasan pada kode/standar ISO 9606-1, pada Tabel.12, penyebutan posisi pengelasan yang ada pada kode/standar ISO 9606-1 berbeda dari kode/standar AWS D1.1 dan juga ASME Sec. IX. Pada kode/standar ISO 9606-1, arah pengelasannya dibedakan untuk kualifikasinya, sehingga apabila dilakukan kualifikasi dengan arah pengelasan *Vertical Up* maka hanya akan *qualified* pada pengelasan dengan arah *Vertical Up* saja begitu pula sebaliknya jika dilakukan kualifikasi dengan arah pengelasan *Vertical Down* maka hanya akan *qualified* pada posisi pengelasan dengan arah *Vertical Down* saja[2]. Pada kode/standar ISO 9606-1 pada Tabel.12, posisi pengelasan yang akan digunakan untuk melakukan kualifikasi *welder* adalah posisi H-L045 (6G *Vertical Up*). Posisi ini dipilih karena range kualifikasi pada posisi H-L045 (6G *Vertical Up*) dapat *qualified* pada semua posisi pengelasan dengan arah pengelasan *Vertical Up* dan tidak *qualified* untuk arah pengelasan *Vertical Down* (PA, PC, PE dan PF) [2]. Posisi pengelasan yang akan digunakan untuk kualifikasi *welder* dengan menggunakan tiga kode/standar ialah posisi 6G (H-L045).

Tujuan dari pemilihan posisi 6G (H-L045) adalah karena posisi ini dapat *qualified* untuk semua posisi pengelasan sehingga dalam aktualisasi dilapangan *welder* yang *qualified* pada posisi ini dapat melakukan pengelasan untuk semua posisi pengelasan sehingga lebih efisien dalam proses produksi. Akan tetapi posisi ini memiliki tingkat kesulitan yang cukup tinggi sehingga tak jarang banyak *welder* yang gagal pada kualifikasi 6G (H-L045).

Tabel 10. *Welding positions qualification* (AWS D1.1 Errata Tabel 10.12)[7]

Kualifikasi		<i>Production plate Welding Qualified</i>			<i>Production Pipe Welding Qualified</i>				
Tipe Las	Posisi	<i>Groove CJP</i>	<i>Groove PJP</i>	<i>Fillet</i>	<i>Butt Joint</i>		<i>T-,Y-,K-Connections</i>		<i>Fillet</i>
					CJP	PJP	CJP	PJP	
<i>Groove (Pipe)</i>	1G <i>Rotated</i>	F	F	F	F	F		F	F
	2G	F,H	F,H	F,H	F,H	F,H		F,H	F,H
	5G	F,V,OH	F,V,OH	F,V,OH	F,V,OH	F,V,OH		F,V,OH	F,V,OH
	2G + 5G	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi
	6GR	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi
	6GR	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi	Semua posisi

Tabel 11 : *Welding positions qualification* (ASME Sec. IX Tabel QW-461.9)[6]

Kualifikasi		Kualifikasi Posisi dan Tipe Lasan		
		Groove		Fillet atau Tack
Lasan	Posisi	Plat dan pipa di atas 24 in. (610 mm) O.D.	Pipa ≤ 24 in. (610 mm) O.D	Plat dan Pipa
Pipa - Groove	1G	F	F	F
	2G	F, H	F, H	F, H
	5G	F, V, O	F, V, O	semua
	6G	semua	semua	semua
	2G and 5G	semua	semua	semua
	<i>Special Position</i> (SP)	SP, F	SP, F	SP, F

Tabel 12 : *Welding positions qualification* (ISO 9606-1 Tabel 9)[5]

Posisi	Kualifikasi				
	PA <i>Flat</i>	PC <i>Horizontal</i>	PE <i>Overhead</i>	PF <i>Vertical Up</i>	PG <i>Vertical Down</i>
PA	x	-	-	-	-
PC	x	x	-	-	-
PE (plate)	x	x	x	-	-
PF (plate)	x	-	-	x	-
PH (pipe)	x	-	x	x	-
PG (plate)	-	-	-	-	x
PJ (pipe)	x	-	x	-	x
H-L045	x	x	x	x	-
J-L045	x	x	x	-	x

3.4 Pengujian

Metode pengujian yang digunakan untuk kualifikasi *welder* dengan menggunakan *multiple code* (AWS D1.1, ASME Sec. IX dan ISO 9606-1), menggunakan dua tahapan metode pengujian yaitu: *Visual Inspection* dan *Side Bend Test*. Pada ketiga kode/standar yang digunakan, untuk pengujian *Visual Inspection* harus dilakukan terlebih dahulu sebelum dilanjutkan pada pengujian selanjutnya yaitu *Side Bend Test*. Apabila hasil dari pengelasan *welder* yang mengikuti kualifikasi tidak sesuai dengan *acceptance criteria* dari ketiga kode/standar yang digunakan, maka *welder* tersebut akan dinyatakan *fail*.

Setelah selesai tahapan pengujian *Visual Inspection*, pengujian selanjutnya adalah *Side Bend Test*. Panjang dari material yang digunakan adalah 150 mm dengan ketebalan material 10 mm. Jumlah specimen uji yang digunakan untuk masing-masing kode/standar untuk *Side Bend Test* adalah sebanyak empat buah specimen uji.

Pengujian yang digunakan untuk kualifikasi *welder* pada kode/standar AWS D1.1 menggunakan dua metode pengujian yaitu *Visual Inspection* dan *Side Bend Test*. Untuk pengujian *Visual Inspection* harus dilakukan setelah *welder*

tersebut selesai melakukan proses pengelasan dengan mengikuti *acceptance criteria* yang terdapat pada *Clause 6.10.1.1*[4]. Untuk menentukan jumlah spesimen yang akan digunakan untuk pengujian *bend test*, pada tabel di atas dapat dilihat pada posisi 5G, 6G dan 6GR dibedakan menjadi tiga kategori berdasarkan dari ketebalan material dan diameter dari material. Jenis pengujiannya dibedakan menjadi tiga yaitu face bend, root bend dan side bend. Untuk kualifikasi *welder* ini, karena ketebalan material yang digunakan adalah > 10 mm dengan diameter > 100 mm maka jenis *bend test* yang akan digunakan adalah *Side Bend Test* dengan jumlah material 4 buah. Pengujian *Side Bend Test* dapat digantikan dengan pengujian radiografi sesuai dengan *Clause 6.17.1.1 (Footnote d)* [4].

Panjang dari material yang akan digunakan untuk pengujian *Side Bend Test* memiliki panjang 150 mm dengan ketebalan 10 mm (Gambar 6.9 AWS D1.1) [4].

Pada kode/standar ASME Sec. IX, pengujian yang akan digunakan untuk kualifikasi *welder* pada tabel di atas menggunakan dua metode pengujian yaitu, *Visual Inspection* dan *Bend test*. Untuk metode pengujian *Visual Inspection*

harus dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan pengujian *bend test* (QW-302.4). Untuk pengujian *bend test* dibedakan menjadi tiga jenis pengujian yaitu side bend, face bend dan root bend berdasarkan dari ketebalan weld metal material. Ketebalan dari weld metal dibedakan menjadi tiga yaitu < 10mm, 10mm sampai < 19mm dan > 19mm. Kualifikasi *welder* ini menggunakan material dengan ketebalan weld metal 13,26 mm (18,26 mm – 5 mm), sehingga jenis *bend test* yang akan digunakan ialah *Side Bend Test* dengan jumlah materil 2 buah. Pada (*footnote* 3) dijelaskan bahwa untuk test coupon yang dilas dengan posisi 5G atau 6G, dua face bend dan dua root bend dapat digantikan dengan menggunakan empat buah *Side Bend Test* [6]. Panjang dari material yang akan digunakan untuk *Side Bend Test* adalah 150 mm dengan ketebalan yang digunakan adalah 10 mm dan dengan radius maksimal 3 mm (Gambar QW-462.2 ASME Sec. IX) [6].

Pada kode/standar ISO 9606-1 metode pengujian yang akan digunakan untuk kualifikasi *welder* memiliki beberapa pengujian yang dapat digunakan seperti *Visual Inspection*, *Radiographic Testing*, *Bend test*, *Fracture Test* dan lain sebagainya (Tabel 13 – *Test Methods* ISO 9606-1). Namun pada kode/standar AWS D1.1 dan juga ASME Sec. IX hanya menggunakan *Visual Inspection* dan *Side Bend Test* maka pada kode/standar ISO 9606-1 juga akan menggunakan pengujian yang sama yaitu *Visual Inspection* dan *Side Bend Test*[5]. Jika hanya menggunakan pengujian *bend test* saja, maka untuk pengujiannya dibedakan menjadi tiga jenis pengujian yaitu *root bend*, *face bend* dan *Side Bend Test*. Untuk kualifikasi *welder* ini, ketebalan dari material yang digunakan adalah 18,26 mm maka jenis pengujian yang akan digunakan adalah *Side Bend Test* dengan jumlah 4 buah specimen uji. Panjang dari material yang akan digunakan untuk *Side Bend Test* adalah 150 mm dengan ketebalan yang digunakan adalah 10 mm (mengikuti dari panjang material untuk kode/standar AWS D1.1 dan ASME Sec. IX) [5].

4.0 KESIMPULAN

Pengkualifikasian *welder* menggunakan material ASTM A106 Grade B, dengan menggunakan *multiple code* (AWS D1.1, ASME Sec IX dan ISO 9606-1) dapat dilakukan. Dimensi material yang digunakan memiliki panjang 170 mm × 170 mm, dengan ketebalan dari material 18,26 mm dan diameter 6” (168,3 mm) sch 160. Posisi pengelasan yang digunakan adalah 6G (H-L045) dengan arah pengelasan *Vertical Up*. Untuk pengujian yang digunakan menggunakan dua metode pengujian yaitu *Visual Inspection* dan juga *Side Bend Test* dengan jumlah material yang digunakan untuk *Side Bend Test* adalah empat (4) buah material uji dengan panjang masing-masing dari material tersebut adalah 150 mm dengan ketebalan 10 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ambiyar dan Purwanto, "Fabrikasi Logam", Padang: UNP-Press, 2008.
- [2] Ikhsan 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] Agus 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
- [4] AWS D1.1/D1.1M, *Structural Welding Code-Steel*. USA: American Welding Society, 2020.
- [5] DS/EN ISO 9606-1, *Qualification Testing of Welders – Fusion Welding – Part 1: Steels*, 2017
- [6] ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section IX, USA, 2019
- [7] AWS D1.1/D1.1M, *Errata- Structural Welding Code-Steel*, USA: American Welding Society, 2020