

# Prosedur Kualifikasi Juru Las Proses *Gas Metal Arc Welding* Menggunakan Aluminium 5083-H116 Berdasar *American Welding Society D1.2*

Nugroho Pratomo Ariyanto<sup>1)</sup>, Joni Fariance<sup>2)</sup>, Thian Havwini<sup>3)</sup>  
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam, Jl. Ahmad Yani, Kota Batam  
Kepulauan Riau 29461, Indonesia  
Email : nugroho@polibatam.ac.id

---

## Abstrak

Kode dan standar pengelasan diimplementasikan untuk menjamin tingkat kualitas dan produktivitas manufaktur salah satunya dengan menjamin keahlian juru las. Kualifikasi juru las yang dilakukan untuk proses Gas Metal Arc Welding (GMAW) dengan material aluminium 5083-116 yang termasuk dalam Grup M25. Pengelasan dilakukan dengan posisi *vertical up-hill* (3G) dan *overhead* (4G). Kualifikasi dilakukan dengan berdasar AWS D1.2, kode pengelasan aluminium untuk aplikasi struktur. Pengujian dilakukan dengan uji visual dan uji tekuk (*bending test*) sesuai dengan kriteria keberterimaan visual pada Klausula 3.6.2 dan kriteria *bending test* pada Klausula 3.8.3. Hasil uji visual menunjukkan tidak terdapat cacat las pada permukaan capping maupun root. Hasil bending test menunjukkan terdapat retakan. Tetapi secara individu maupun secara akumulasi, panjang retakan tersebut masih dalam kriteria keberterimaan bending test. Berdasarkan hasil kualifikasi ini, juru las dinyatakan terqualifikasi untuk pengelasan dengan parameter tersebut.

**Kata kunci:** *Aluminium 5823, kualifikasi pengelasan, juru las, AWS D1.2*

---

## 1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan industri yang secara signifikan mendukung industri manufaktur dalam berbagai sektor seperti sektor otomotif, penerbangan, elektronika, industri ringan, industri berat, konstruksi, dan *maintenance* [1, 2, 3, 4]. Sektor-sektor manufaktur tersebut umumnya didominasi oleh material berupa metal yang menggunakan mayoritas menggunakan metode pengelasan sebagai proses penyambungan. Tuntutan sektor manufaktur tersebut yang semakin spesifik mendorong industri pengelasan berkembang lebih tepat guna, lebih handal, dan lebih ekonomis. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan tetap menjaga kualitas produk.

Dalam fabrikasi atau proses manufaktur, kualitas dan produktivitas akan saling mempengaruhi [5]. Tingkat kualitas memastikan bahwa produk tersebut dapat beroperasi secara aman pada kondisi operasionalnya dan meminimalkan potensi

*accident* terhadap pekerja maupun lingkungan. Tingkat kualitas tiap produk akan berbeda bergantung pada salah satunya faktor lingkungan. Produk yang beroperasi pada lingkungan ekstrim seperti tekanan tinggi, temperatur rendah atau lingkungan korosif memerlukan tingkat kualitas yang lebih tinggi. Produktivitas pengelasan dapat dipengaruhi oleh faktor proses logistik *consumables* (bahan habis pakai), kondisi peralatan, keahlian personel, alokasi pengerjaan, teknik dan proses pengelasan, ergonomi, proses *repair/rework*, kondisi lingkungan dan keselamatan kerja [5, 6, 7, 8].

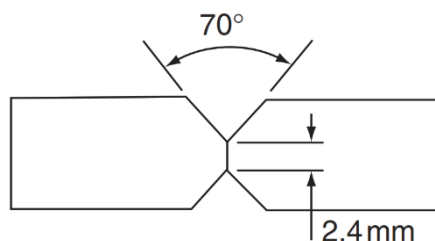
Implementasi kode dan standar pengelasan dalam proses manufaktur menjadi jaminan tingkat kualitas produk pengelasan sekaligus produktivitasnya [9]. Kode dan standar pengelasan dapat pemilihan *base metal* dan *filler metal*, proses pengelasan dan parameternya, pengujian tidak merusak maupun merusak, desain sambungan las, perlakuan panas, ketahanan terhadap korosi dan sebagainya. Pada

umumnya kode pengelasan berlaku spesifik untuk aplikasi tertentu misalnya struktur baja [10], struktur aluminium [11], *pressure vessel* [12], *pipeline* [13], pengelasan pipa [14], serta struktur bangunan laut [15].

Kode dan standar pengelasan mengatur tingkat kualitas salah satunya melalui kualifikasi prosedur pengelasan (*Welding Procedure Specification*) dan kualifikasi juru las (*Welding Performance Qualification*) [16], [17]. Prosedur kualifikasi juru las untuk proses pengelasan struktur dengan material aluminium menurut AWS D1.2 Edisi 2014 akan dipaparkan dalam studi ini. Kualifikasi ini hanya berlaku untuk proses pengelasan Gas Metal Arc Welding (GMAW) dengan material aluminium dalam Grup M25 serta *essential variabel* yang diatur dalam D1.2.

### 1. METODE PENELITIAN

Pembuatan tes kupon dilakukan menggunakan *base metal* aluminium 5083-H116 yang termasuk dalam Grup M25, dengan panjang 300 mm, lebar 300 mm, dan ketebalan 12 mm. Preparasi bevel sambungan las menggunakan jenis *double vee* dengan *groove angle* 70° dan *root face* 2,4 mm seperti ditunjukkan Gambar 1. Pengelasan dilakukan secara *two side* dengan *backgouging* untuk memastikan area *root* fusi sepenuhnya.



Gambar 1. Detail preparasi sambungan las.

Juru las membuat tes kupon sebanyak dua buah dengan posisi pengelasan *vertical up-hill* (3G up) dan posisi *overhead* (4G). Kedua posisi ini dapat digunakan untuk mengkualifikasi juru las dengan posisi beragam pada *non-tubular base metal* (plat) dan *tubular base metal* (pipa) [11]. Pada plat, kualifikasi ini digunakan untuk all position pada *fillet weld* dan *groove weld*, mencakup *flat*, *horizontal*, *vertical up-hill* dan *overhead*. Sedangkan pada material pipa hanya dapat

digunakan untuk pipa berdiameter lebih daripada 24 inci (610 mm). Selain itu, kualifikasi ini terbatas untuk *groove weld pipe* hanya posisi *flat* (1G) saja serta untuk *fillet weld pipe* hanya posisi *flat* (1F) dan *horizontal* (2F).



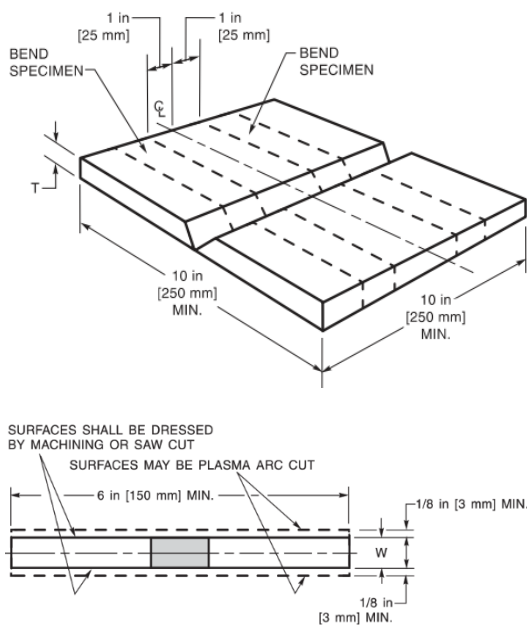
Gambar 2. Pengujian bending test dengan metode wraparound bend test jig.

Pengelasan dilakukan menggunakan mesin las GMAW *Keygree* MIG-500 dengan *electrode* berupa *solid wire* ER5356 berdiameter 1,2 mm. Gas argon digunakan sebagai *shielding gas*. Pengelasan dilakukan dengan polaritas *Direct Current Electrode Positive* (DCEP). Parameter pengelasan yang digunakan tercantum dalam Tabel 1

Tabel 1. Parameter pengelasan

<i>Welding pass</i>	<i>Voltage (V)</i>	<i>Current (A)</i>	<i>Travel Speed (mm/menit)</i>	<i>Heat input (kJ/mm)</i>
Root	21	200	35	0,52
Hot pass	22	205	36	0,67
Filler	22	205	36	0,67
Capping	19	195	50	0,46

Berdasarkan Klausula 3.21.1 AWS D1.2, hasil pengelasan harus diuji secara visual dan uji tekuk (*bending test*) [11]. Uji visual dilakukan untuk memastikan tidak terdapat cacat las pada permukaan hasil las. *Bending test* dilakukan untuk memastikan hasil pengelasan fusi (*weld soundness*) serta memiliki keuletan (*ductility*). *Welding gauge* tipe *bridgcam* digunakan dalam uji visual dan mesin bending tipe *wraparound bend test jig* digunakan dalam *bending test* seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Untuk material grup M25, diameter mandrel yang digunakan adalah 64 mm sesuai dengan Gambar 3.13 AWS D1.2 [11].



Gambar 3. Lokasi spesimen *bending test* dan dimensi spesimen *side bend* [11].

Spesimen bending test yang diperlukan ditentukan oleh ketebalan *base metal* yang dikualifikasi sesuai dengan Tabel 3.8 AWS D1.2 [11]. Tes kupon *groove weld* dengan ketebalan 12 mm akan memerlukan 2 spesimen *side bend test* dengan lokasi dan dimensi ditunjukkan pada Gambar 3. Spesimen *side bend* tersebut dibentuk membentuk dimensi panjang 150 mm, lebar 10 mm, dan tebal 12 mm.

## 2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah pengelasan, tes kupon akan diuji secara visual untuk memastikan permukaan las pada *capping* dan *root* bebas dari cacat las. Kriteria keberterimaan uji

visual berdasarkan Klausula 3.6.2 AWS D1.2 menyatakan bahwa hasil las harus sesuai dengan kriteria sebagai berikut

- (1) *Capping* dan *root* harus terbebas dari retak
- (2) Tidak boleh terdapat *crater*. Jika terdapat *crater* maka harus diisi hingga kampuh las terisi
- (3) Transisi *weld toe* dengan *base metal* harus halus, tidak boleh menonjol
- (4) Kedalaman *undercut* tidak boleh melebihi 0,25 mm
- (5) Bagian *root* untuk pengelasan *groove weld* harus fusi sepenuhnya
- (6) Ketinggian maksimum *melt-through* bagian *root* tidak boleh melebihi 3 mm
- (7) Kedalaman *root concavity* tidak boleh melebihi 2 mm
- (8) Untuk *base metal* yang digunakan dengan ketebalan 12 mm, ketinggian maksimum *reinforcement* di *capping* maupun *root* tidak boleh lebih daripada 3 mm.

Pengamatan pada tes kupon 3G dan 4G menunjukkan bahwa *weldment* menyatu (*fusi*), tidak terdapat retakan, tidak terdapat *undercut*, tidak terdapat *root concavity*, dan ketinggian *root reinforcement* dan *capping reinforcement* tidak melebihi 3 mm. Karena itu, keduanya memenuhi kriteria keberterimaan uji visual AWS D1.2 seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tes kupon kualifikasi juru las posisi (a) 3G dan (b) 4G.

Setelah melalui uji visual, tes kupon akan dilakukan *side bend test*, di mana penampang kampuh las akan ditekuk hingga membentuk huruf “U”. Pengamatan dilakukan pada bagian weld metal dan area *Heat Affected Zone* (HAZ) yang cembung. Hasil pengamatan dinilai berdasar kriteria

Klausula 3.8.3 bahwa permukaan kampuh las harus terbebas dari

- (1) retakan (*opening*) lebih besar daripada 3 mm
- (2) untuk retakan (*opening*) lebih daripada 1 mm tetapi tidak lebih daripada 3 mm, maka jumlah retakan (*opening*) tidak boleh melebihi 2,5 mm untuk spesimen dengan lebar 10 mm.
- (3) Retakan di sudut tidak boleh melebihi 6 mm. Jika hasil las terlihat tidak fusi, maka retakan di sudut tidak boleh melebihi 3 mm.
- (4) Jika spesimen menunjukkan retakan sudut melebihi 6 mm tetapi tanpa indikasi hasil las tidak fusi, maka spesimen tersebut diabaikan dan pengujian diulang dengan spesimen lain dari tes kupon yang sama.

Hasil pengujian bending tes kupon 3G dan 4G ditunjukkan pada Gambar 5. Spesimen *side bend* tes kupon 3G menunjukkan tidak terdapat retakan. Sedangkan pada spesimen *side bend* tes kupon 4G terdapat beberapa retakan yang ditunjukkan oleh Gambar 5. Pada spesimen S1(4G) terdapat satu retakan sebesar 0,97 mm; spesimen S2(4G) terdapat tiga retakan sebesar 1,04 mm, 0,67 mm, 0,44 mm; spesimen S3(4G) terdapat satu retakan sebesar 0,71 mm; dan spesimen S4(4G) terdapat satu retakan sebesar 1,19 mm. Secara individu, besar retakan masih dalam kriteria keberterimaan. Untuk spesimen S2(4G) yang memiliki tiga retakan, jika dijumlahkan maka total besar retakan sebesar 2,15 mm. Berdasarkan total besar retakan tersebut, spesimen S2(4G) juga masih dalam kriteria keberterimaan.



Gambar 5. Hasil uji tekuk tes kupon (a) 3G dan (b) 4G.

Hasil kualifikasi dari uji visual dan bending test menunjukkan bahwa juru las terkualifikasi untuk melakukan pengelasan GMAW untuk material aluminium Grup M25. Juru las juga terkualifikasi dengan posisi all position untuk material plat dan posisi 1G, 1F, dan 2F untuk material pipa. Juru las dapat melakukan pengelasan pipa dengan diameter minimum 24 inci (610 mm). Kualifikasi pengelasan *two side* membatasi juru las melakukan pengelasan *two side* atau *one side* dengan *backing*. Juru las tidak terkualifikasi untuk pengelasan *one side* tanpa *backing*. Hasil kualifikasi ini sesuai dengan *essential variable* kualifikasi personel pada Tabel 3.9 AWS D1.2.

### 3. KESIMPULAN DAN KETERBATASAN

Kualifikasi juru las untuk dapat melakukan pengelasan plat dengan posisi all position dapat dilakukan dengan kualifikasi posisi 3G dan 4G. Pengujian yang wajib dilakukan menurut AWS D1.2 berupa pengujian visual pada permukaan *capping* dan *root*. Kriteria keberterimaan uji visual diatur dalam Klausula 3.6.2 AWS D1.2. Pengujian berikutnya berupa uji bending untuk memeriksa *weld soundness* dan keuletan sambungan. Pemilihan tipe uji bending dan jumlah spesimen uji didasarkan pada ketebalan *base metal*. Kriteria keberterimaan uji bending diatur dalam Klausula 3.8.3 AWS D1.2. Kualifikasi yang dilakukan menunjukkan bahwa kedua tes kupon sesuai dengan kriteria keberterimaan pengujian sehingga juru las tersebut terjamin untuk melakukan pengelasan plat dengan posisi all position untuk proses

GMAW dengan material Grup M25.

## REFERENSI

- [1] K. Middeldorf, D. von Hofe, "The importance of welding and joining technology in a modern industrial structure: Some remarks about trends in welding and joining," *Vestnik of DSTU*, vol. 14, no. 3, p. 78, 2014.
- [2] K. Middeldorf, "The economic importance of welding and joining in Europe production values, values added and employees," German Welding Society (DVS), 2009.
- [3] C. Girotra, "Role of the welding industry in the growth of Indian economy," *Indian Welding Journal*, vol. 53, no. 2, p. 46, 2020.
- [4] O. K. Makovetskaya, V. N. Bernadskii, "Contribution of welding to the economy of the USA," *Welding International*, vol. 18, no. 10, pp. 831-836, 2004.
- [5] E. A. Gyasi, *Thesis: Quality, Productivity and Economy in Welding Manufacturing - Case Study: West Africa*, Lappeenranta: Lappeenranta University of Technology, 2013.
- [6] H. Salkinoja, *Optimizing of Intelligence Level in Welding*, Lappeenranta: Lappeenranta University of Technology, 2009.
- [7] A. Fauzi, V. B. Assyifa, K. D. F. Muhammad, E. I. Artanti, T. Phuttharak, I. M. Himmah, "Effect of safety education to workers productivity at the electric welding workshop," *Journal of Safety Education*, vol. 1, no. 1, pp. 1-5, 2023.
- [8] M. L. R. Ferreira, M. M. Lobato, C. A. R. Morano, "Welding productivity indicators: A critical analysis," *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, vol. 15, no. 5, pp. 22-32, 2018.
- [9] R. Singh, *Applied Welding Engineering*, Elsevier, 2012.
- [10] American Welding Society, *Structural Welding Code - Steel*, American Welding Society, 2020.
- [11] American Welding Society, *AWS D1.2 Structural Welding Code - Aluminium*, American Welding Society, 2014.
- [12] The American Society of Mechanical Engineer, *ASME Boiler and Pressure Vessel Code*, American Society of Mechanical Engineer, 2023.
- [13] American Petroleum Institute, *API Standard: Welding of Pipelines and Related Facilities*, American Petroleum Institute, 2021.
- [14] The American Society of Mechanical Engineers, *B31 Process Piping*, The American Society of Mechanical Engineers, 2022.
- [15] Det Norske Veritas, *Fabrication and Testing of Offshore Structures*, DNV, 2023.
- [16] P. T. Kikani, *Disertasi: Analysis of Weld Strength and Cracking Susceptibility Under Aluminium Alloy*, Ahmedabad: Gujarat Technological University, 2022.
- [17] N. Subramanya, A. R. S. Kumar, D. G. Visakh, K. Balasubramanya, "Certification of Welder for Tungsten Inert Gas Welding in Unmanned Aerial Vehicle Systems," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2023.