

Effect Holding Oven Electrode E7016 Pada Defect Porosity Dengan Pengelasan SMAW

Ibnu Hayat^{*}, Nur Fitria Pujo Leksonowati^{*} and Nugroho Pratomo Ariyanto^{*}

^{*} Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

E-mail: Ibnu.hayat97@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi cacat las *porosity* dari perlakuan elektroda E7016 dalam proses pengelasan SMAW dengan pengujian *penetrant*. Empat perlakuan yang dibandingkan adalah elektroda yang dipanaskan di dalam oven pada suhu 300-350°C selama 1 jam yang mana disebutkan sebagai spesimen 1 dan elektroda yang dibiarkan pada udara terbuka dengan suhu ruangan 25-30°C selama 8, 12, dan 24 jam berturut turut disebutkan sebagai spesimen 2, 3 dan 4. Proses pengelasan menggunakan metode SMAW dan material yang digunakan adalah ASTM A36 dengan dimensi 200 mm × 100 mm × 10 mm. Hasil pengelasan kemudian diuji untuk mengetahui cacat pada pengelasan melalui cairan *penetrant*. Hasil pengujian menunjukkan adanya indikasi *porosity* pada spesimen uji 2, 3 dan 4. Spesimen uji 2 dan 3 terdapat beberapa indikasi *porosity* namun masih dinyatakan *accepted* karena masih dalam batasan *acceptance criteria* berdasarkan ASME. Pada spesimen uji 4 juga terdapat indikasi *porosity* namun berbeda dengan spesimen uji lainnya, indikasi yang ada pada spesimen uji 4 dinyatakan *rejected* karena diluar dari batasan *acceptance criteria* berdasarkan ASME. Sedangkan pada spesimen uji 1 tidak ditemukan indikasi cacat.

Kata kunci: Perlakuan Elektroda, SMAW, Penetrant Test, Elektroda E7016, A36.

Abstract

This research aims to identify welding defects from the treatment of E7016 electrodes in the SMAW welding process using penetrant testing. Four treatments were compared, with specimen 1 being electrodes heated in an oven at 300-350°C for 1 hour, and specimens 2, 3, and 4 being electrodes left in open air at room temperature of 25-30°C for 8, 12, and 24 hours, respectively. The welding process used the SMAW method, and the material used was ASTM A36 with dimensions of 200 mm × 100 mm × 10 mm. The welding results were then tested to determine the defects in the welding through the penetrant liquid. The test results showed indications of porosity in test specimens 2, 3, and 4. Test specimens 2 and 3 had several indications of porosity, but were still declared accepted because they were still within the acceptance criteria based on ASME. In test specimen 4, there were also indications of porosity, but different from the other test specimens, the indications in test specimen 4 were declared rejected because they were outside the acceptance criteria based on ASME. Meanwhile, no defect indications were found in test specimen 1.

Keywords: Electrode Treatment, Shielded Metal Arc Welding (SMAW), Penetrant Test, E7016 Electrode, A36.

1 Pendahuluan

Berdasarkan definisi dari Deutsche Industrie Normen (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas [1].

Dalam proses pengelasan menggunakan metode pengelasan *shielded metal arc welding* (SMAW). SMAW adalah salah satu metode pengelasan yang paling umum digunakan dalam industri dan konstruksi. Metode ini melibatkan penggunaan elektroda yang dilapisi *flux* sebagai sumber logam pengisi dan melindungi busur pengelasan dari atmosfer eksternal [1].

Salah satu penyebab terjadinya cacat hasil pengelasan disebabkan oleh jenis dan kondisi elektroda yang digunakan pada proses pengelasan [2]. Secara visual kelembapan bahan pelindung elektroda dapat dilihat pada

kondisi bahan pelindungnya, umumnya elektroda yang lembap cenderung memiliki warna gelap. Penyimpanan elektroda tipe ini harus pada tempat yang kering dan terhindar dari lingkungan yang lembap. Untuk penyimpanan elektroda jenis *low hydrogen* (E7016) setelah dibuka dari kemasan pabrik dapat disimpan pada suhu 30° C – 140° C [3].

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian *nondestructive test* seperti *Visual Test* dan *Penetrant Test*. *Visual test* merupakan pengujian yang dilakukan terhadap hasil pengelasan dengan cara melihat dan mengamati hasil las secara kasat mata. *Test* ini mempunyai kelemahan, yaitu keterbatasan penglihatan dari pemeriksa sehingga jika terdapat cacat pada hasil las dapat tidak terlihat. Kemudian *Penetrant test* adalah suatu metode yang digunakan untuk mengetahui keberadaan cacat retak dan lubang pada permukaan hasil pengelasan [4].

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi cacat las *porosity* dari perlakuan elektroda E7016 dalam proses pengelasan SMAW dengan pengujian *penetrant*. Empat perlakuan yang dibandingkan adalah elektroda yang dipanaskan di dalam oven pada suhu 300-350°C selama 1 jam kemudian diholding oven dengan suhu 100-120°C sebelum dilakukan pengelasan dan elektroda yang dibiarkan pada udara terbuka dengan suhu ruangan 25-30°C selama 8, 12, dan 24 jam. Parameter evaluasi utama dalam penelitian ini adalah *defect* yang timbul pada permukaan las. Penelitian ini terbatas pada penggunaan elektroda E7016 yang dipanaskan terlebih dahulu di dalam oven dan elektroda yang dibiarkan pada udara terbuka dengan metode pengelasan SMAW.

2 Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini, material yang akan digunakan yaitu pelat baja ASTM A36 dengan dimensi 200 mm × 100 mm × 10 mm. Material tersebut memiliki kekuatan tarik *ultimate* 400-550 Mpa. Pelat baja ASTM A36 termasuk baja yang memiliki komposisi karbon rendah (*low carbon steel*) karena memiliki kandungan karbon kurang dari 0,3% yang sangat lunak untuk pembentukan, permesinan, dan mudah untuk pengelasan. Komposisi material ini dapat dilihat pada Tabel 1 [5].

Tabel 1 Komposisi Kimia ASTM A36 [5]

Komposisi	Kandungan %
C	0.25-0.290
Cu	0.20
Fe	98.0
Mn	1.03
P	0.040
Si	0.280
S	0.050

Tabel 2 Electrodes Holding Time

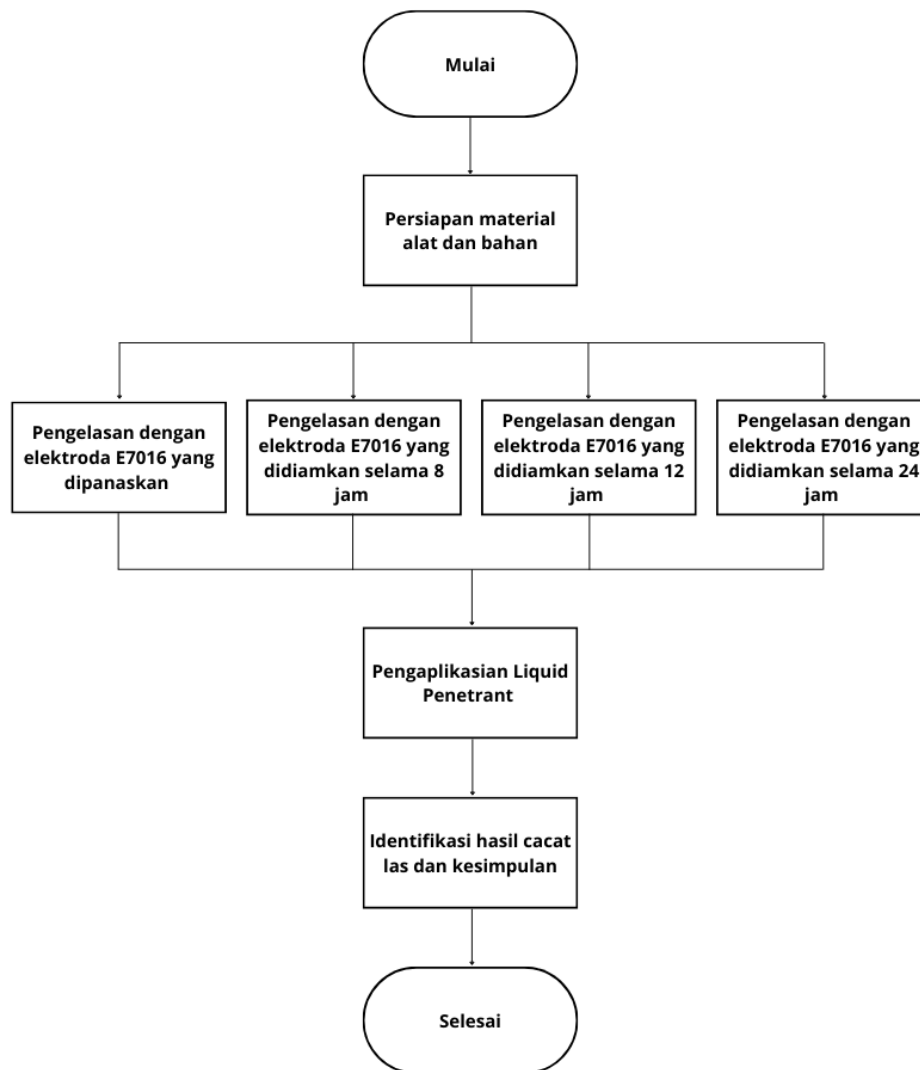
No	Spesimen	Electrodes Holding Time	Keterangan
1	Spesimen uji 1	1 Jam	Dipanaskan dalam oven dengan suhu 300-350°C
2	Spesimen uji 2	8 Jam	Dibiarkan pada udara terbuka dengan suhu ruangan 25-30°C
3	Spesimen uji 3	12 Jam	Dibiarkan pada udara terbuka dengan suhu ruangan 25-30°C
4	Spesimen uji 4	24 Jam	Dibiarkan pada udara terbuka dengan suhu ruangan 25-30°C

Pengelasan dilakukan di Politeknik Negeri Batam menggunakan proses SMAW yang disiapkan menggunakan gerinda dan alat lainnya. Pengelasan sesuai dengan parameter pengelasan yang dapat dilihat pada Tabel 3. Proses pengelasan menggunakan *electrode* E7016 yang dipanaskan di dalam oven pada suhu 300-350°C selama 1 jam dan elektroda yang dibiarkan pada udara terbuka dengan suhu ruangan 25-30°C selama 8, 12, dan 24 jam

Tabel 3 Parameter Pengelasan [6]

Weld Layers	Process	Filler metals		Current		Voltage range (V)	Travel speed (mm/min)	Max heat input (kJ/mm)
		Class	Diameter (mm)	Polarity	Amp (A)			
Cover	SMAW	E7016	Ø 2.6	DCEP	93	29	90-110	2.72

Penelitian yang disusun secara bertahap bertujuan untuk memudahkan langkah-langkah dalam proses penelitian. Teknik pengumpulan data pada tahapan yang tersusun dalam penelitian yaitu pencatatan pada tiap-tiap hasil pengujian. Proses pengelasan dan pengujian untuk *Liquid Penetrant Test* dilaksanakan di Politeknik Negeri Batam. Berikut dijelaskan alur pengujian berbentuk *flowchart* pada Gambar 1.

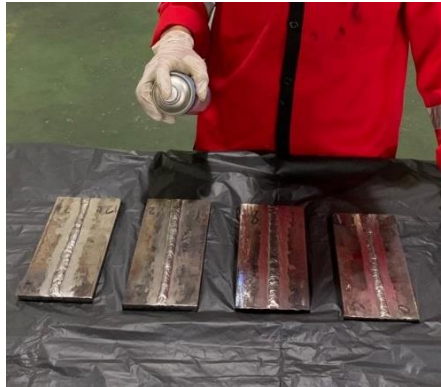


Gambar 1: Flowchart pengujian

Standard yang digunakan untuk pengujian *penetrant test* menggunakan ASTM E165/E165M tentang *Standard Test Method for Liquid Penetrant*. Berdasarkan *standard* tersebut metode serta langkah dalam pengaplikasian uji *penetrant* adalah sebagai berikut:

1. Pembersihan Awal

Permukaan daerah sekitar yang akan diuji harus kering dan bersih dari kotoran, minyak maupun zat yang lain yang berpotensi mengganggu proses identifikasi diskontinuitas pada saat pengujian minimum 25 mm. Lalu menyemprotkan cleaner untuk pembersihan awal. Setelah dilakukan penyemprotan cleaner, material didiamkan selama 5 menit agar cleaner yang disemprotkan menguap.



Gambar 2: Pembersihan awal

2. Pengaplikasian *Penetrant*

Pengaplikasian *penetrant* dengan cara disemprotkan. Lalu biarkan *penetrant* meresap kedalam permukaan material yang terdapat *defect* selama 10 menit. Suhu material selama pengujian harus diantara 4-52°C selama pengujian berlangsung.



Gambar 3: Pengaplikasian *penetrant*

3. Pembersihan Sisa *Penetrant*

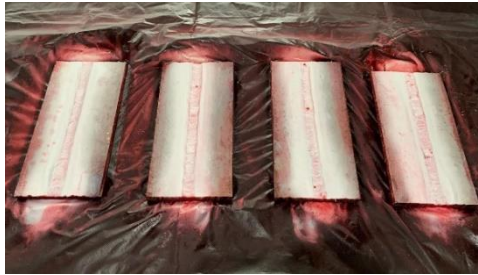
Sisa dari *penetrant* yang berada pada permukaan material dibersihkan dengan cara mengelap menggunakan tisu yang kering. Kemudian bersihkan dengan tisu yang dibasahkan dengan cleaner. Setelah pembersihan *penetrant* sisa, material uji dibiarkan selama 10 menit agar permukaan material kering.



Gambar 4: Pembersihan sisa *penetrant*

4. Pengaplikasian *Developer*

Pada tahap ini dilakukan pengaplikasian *developer* dengan cara disemprotkan dengan jarak 15 cm. Sebelum pengaplikasian *developer*, kaleng *developer* dikocok terlebih dahulu agar pencampuran dari *developer* sempurna. Kemudian biarkan material uji selama waktu yang ditentukan oleh *standard*.



Gambar 5: Pengaplikasian *developer*

5. Identifikasi Cacat

Mengidentifikasi cacat yang timbul pada permukaan material uji. Pencahayaan pada saat pengujian harus dilakukan dibawah cahaya langsung dengan intensitas 100fc.

6. Pembersihan Akhir

Pembersihan akhir dilakukan setelah pengujian selesai.

Analisis penelitian dilakukan dengan melihat cacat yang timbul pada permukaan las dengan menggunakan *Liquid Penetrant Test* dari spesimen pengelasan yang menggunakan elektroda yang dipanaskan di dalam oven pada suhu 300-350°C selama 1 jam dan elektroda yang dibiarkan pada udara terbuka dengan suhu ruangan 25-30°C selama 8, 12, dan 24 jam.

3 Analisa Data dan Pembahasan



Gambar 6: Spesimen Uji 1

Pada pengujian spesimen 1 menggunakan elektroda yang dipanaskan dahulu didalam oven dengan suhu 300-350°C selama 1 jam tidak ditemukan indikasi cacat.

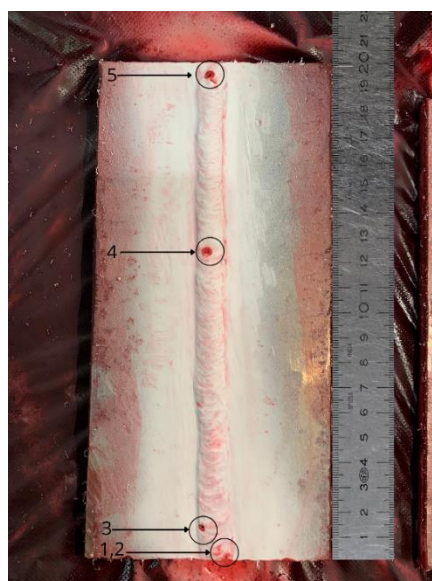


Gambar 7: Spesimen Uji 2

Tabel 4: Indikasi *discontinuity* spesimen uji 2

No	Ukuran (mm)	Jarak (mm)	Indikasi	Keterangan
1	1	164	Porosity	Accepted

Pada pengujian spesimen uji 2, proses pengelasan menggunakan elektroda yang telah didiamkan diudara terbuka selama 8 jam dengan suhu ruangan 25-30°C. Menurut *standard* ASME Section VIII Division 1 Appendix 8 *Acceptance criteria penetrant testing* menyatakan bahwa kriteria *standard* untuk *discontinuity* yang terdapat pada permukaan hasil pengelasan harus bebas dari *linear indications*, *rounded indications* yang lebih besar dari 4.8 mm dan terdapat 4 atau lebih *rounded indications* dengan jarak 1.6 mm. Maka dari itu berdasarkan tabel 3 indikasi *discontinuity* spesimen 2 tetap dalam batasan *standard* yang tertuang pada *acceptance criteria penetrant testing* menurut *standard* ASME Section VIII Division 1 Appendix 8 sehingga spesimen uji 2 dinyatakan *accepted*.

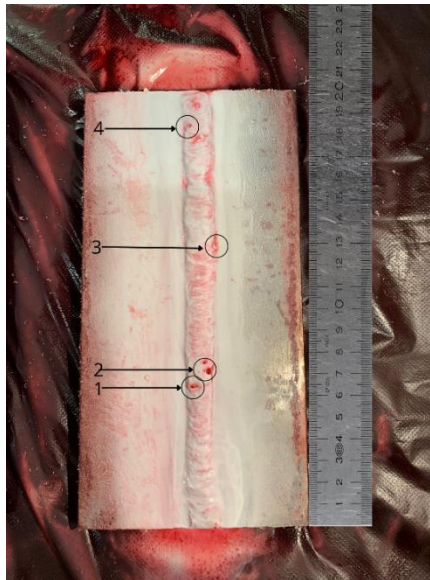


Gambar 8: Spesimen uji 3

Tabel 5: Indikasi *discontinuity* spesimen uji 3

No	Ukuran (mm)	Jarak (mm)	Indikasi	Keterangan
1	1	2	Porosity	Accepted
2	1	5	Porosity	Accepted
3	2	16	Porosity	Accepted
4	3	128	Porosity	Accepted
5	3	196	Porosity	Accepted

Proses pengelasan pada spesimen uji 3 menggunakan elektroda yang telah didiamkan diudara terbuka selama 12 jam dengan suhu ruangan 25-30°C. Berdasarkan tabel diatas terdapat 5 indikasi *defect* porosity yang terlihat pada spesimen uji. Namun menurut *standard acceptance criteria* yang berlaku, indikasi yang terdapat pada data yang ada masih masuk dalam *acceptance criteria* daripada *standard* ASME Section VIII Division 1 Appendix 8 *Acceptance criteria penetrant testing*. Maka dari itu dinyatakan *Accepted*.



Gambar 9: Spesimen uji 4

Tabel 6: Indikasi *discontinuity* spesimen uji 4

No	Ukuran (mm)	Jarak (mm)	Indikasi	Keterangan
1	3	62	Porosity	Accepted
2	5	73	Porosity	Rejected
3	2	131	Porosity	Accepted
4	1	186	Porosity	Accepted

Pengujian pada spesimen 4 dilakukan pengelasan dengan menggunakan elektroda yang telah didiamkan pada udara terbuka selama 24 jam dengan suhu ruangan 25-30°C. Berdasarkan data yang didapat pada tabel diatas, indikasi yang ada pada spesimen uji 4 ini terdapat indikasi diluar dari batasan *standard* yang ada sehingga dinyatakan *Rejected*.

4 Kesimpulan

Berdasarkan data yang didapat dengan metode pengujian *penetrant test* pada spesimen uji yang dilakukan pengelasan dengan perlakuan elektroda yang dibiarkan pada udara terbuka, terdapat beberapa indikasi *defect porosity* pada permukaan las spesimen uji. Pada spesimen uji 2 dan 3 terdapat beberapa indikasi *defect* namun masih dalam *standard* yang berlaku maka dinyatakan *accepted*. Pada pengujian spesimen 4 ditemukan juga beberapa indikasi *defect*, namun indikasi yang ada keluar dari batasan *standard* yang berlaku maka dinyatakan *rejected*. Ada beberapa faktor penyebab terjadinya porosity pada hasil pengelasan dengan proses SMAW yaitu kelembapan elektroda, rusak/hilangnya sebagian *flux* karena buruknya penyimpanan elektroda, penggunaan ampere yang rendah, *arc length* yang terlalu jauh saat proses pengelasan. Namun dalam hal ini indikasi defect yang ditemukan saat penelitian kemungkinan disebabkan oleh lembabnya elektroda. Perlu diingat bahwa perlakuan elektroda cukup berdampak pada kualitas pengelasan. Dengan mengabaikan perlakuan pada elektroda seperti dilakukannya backing elektroda didalam oven dengan suhu 300-350°C dan diholding oven dengan suhu 100-120°C sebelum digunakan guna menghilangkan kadar air yang ada pada elektroda, kemungkinan akan timbul cacat seperti spatters, porosity, irregular bead appearance, dan cold crack.

5 Daftar Pustaka

- [1] H. Wiryosumarto, "Teknologi pengelasan logam," Jakarta, PT. Pradya Paramita, 1979.
- [2] F. Habibi, S. M. B. Respati, and I. Syafa'at, "Perlakuan Pemanasan Awal Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Dan Fisik Pada Daerah HAZ Hasil Pengelasan Baja Karbon ST 41," in *Prosiding Seminar Sains Nasional dan Teknologi*, 2015.
- [3] M. Bin Afan, P. Purwantono, M. Mulianti, and B. Rahim, "Pengaruh Suhu Penyimpanan Elektroda Low Hydrogen E7016 terhadap Hasil Uji Tekuk Sambungan Las Pelat Baja Karbon SS400," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 15, no. 1, pp. 20–25, 2020.
- [4] I. Yuwono, A. T. A. Salim, R. M. Bisono, D. Pratama, R. A. Nurudin, and R. Maulana, "Characteristics of Welding Joint Using SMAW Weld Method and Result DT-NDT on Low Carbon Steel Materials," *vol*, vol. 6, pp. 92–98, 2021.
- [5] SHAANXI SHEW-E, "Plat Baja Karbon," <https://id.shew-esteelpipe.com/steel-plate-coil/astm-a36-carbon-steel-plate.html>. (diakses pada tanggal 7 maret 2024)
- [6] Welding Procedure Specification, Batam Welding School, 002/BWS-POLTEK/2009.
- [7] ASME Section VIII Division 1 Appendix 8 Acceptance criteria penetrant testing.
- [8] ASTM E165 Standard Test Method for Liquid Penetrant.