

Pengaruh Minyak Pada Elektroda Terhadap Pengelasan Baja Karbon Rendah Menggunakan DCSP Polarity Ditinjau Dari Struktur Mikro

Effect of Oil on the Electrodes of the Low-Carbon Steel Welding Using DCSP Polarity in Terms of Microstructure

Hafni^{1,*}, Karnova Yanel¹

¹Department of Mechanical Engineering, Institut Teknologi Padang
Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo, Padang, Indonesia

Received 28 March 2018; Revised 26 April 2018; Accepted 29 April 2018, Published 30 April 2018

<http://dx.doi.org/10.21063/JTM.2018.V8.27-32>

Academic Editor: Asmara Yanto (asmarayanto@yahoo.com)

*Correspondence should be addressed to hafnimesin@gmail.com

Copyright © 2018 Hafni. This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract

The flaws or failures that occur in the welding results can be caused by many things, one caused by the quality of the electrode. The quality of the electrode may be affected by moisture caused by water or oil, thereby damaging the flux lining the electrode. To know how big influence of oil on electrode to result of welding of low carbon steel hence conducted a research by using oil as element of elektrodanya moisturizer. The humidity of the electrode is carried out by immersing the electrodes into the SAE 40 oil until it reaches the absorption of 5% by weight of the electrode. Welding process is then performed on low carbon steel plate with DCSP polarity. The result of welding is metallographic testing to observe macrostructure and microstructure of welding area and base metal. From the test results obtained that the moisture of electrodes by oil cause defects in the weld metal region on the low carbon steel welding results.

Keywords: Oil, electrode, polarity, current, welding speed

1. Pendahuluan

Pengelasan sebagai salah metode penyambungan yang banyak digunakan untuk konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin, hal ini disebabkan karena metode penyambungan dengan las menghasilkan sambungan yang kuat, ringan dan biaya murah. Metode pengelasan kelihatannya sederhana, tetapi didalamnya banyak masalah yang dapat melemahkan kekuatan sambungan las, untuk itu perlu pengetahuan dan keterampilan (*skill*) dalam menjalankan proses pengelasan sesuai dengan Prosedur Pengelasan WPS (*Welding Procedur Specification*). WPS memberikan informasi kepada welder dan pihak yang tertarik; bagaimana membuat / menghasilkan kinerja yang sesuai desain disamping itu juga menyampaikan parameter dan teknik untuk lasan

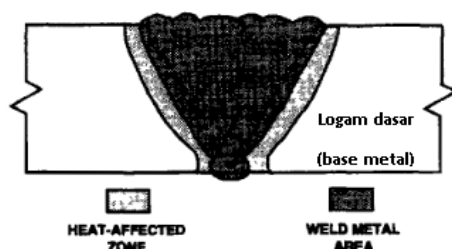
tertentu termasuk variabel esensial dan non esensial [1]. Prosedur yang digunakan sebagai acuan untuk melaksanakan Proses pengelasan.

Ada beberapa Jenis Cacat cacat yang terjadi pada hasil las, yaitu [2]:

1. Voidh
2. Crack
3. lack of fusion & lack of penetration
4. Imperfect shape

Cacat las ini dapat saja terjadi pada logam induk (*base metal*), daerah HAZ (*head affective zone*), Logam las (*weld metal*)

HAZ adalah zona yang terkena panas, dimana zona ini didefinisikan sebagai bagian dari logam dasar (*base metal*) yang belum meleleh, tetapi sifat mekaniknya atau struktur mikro telah diubah oleh panas mengelas, mematri, menyolder, atau memotong [3].



Gambar 1. sambungan dengan las

Untuk mendapatkan hasil pengelasan yang maksimal perlu dijalani beberapa tahap – tahap yang mana meliputi persiapan sebelum pengelasan, proses pengelasan dan proses setelah pengelasan. Salah satu persiapan

sebelum pengelasan seringkali terabaikan oleh juru las seperti kondisi elektroda dan pemilihan polaritas pada pesawat las. Biasanya standar pengelasan seperti AWS tidak merinci komposisi detail dari fluks dan proses detail untuk pembuatan logam isian (*filler metal*). Elektroda hanya disyaratkan untuk memenuhi sifat mekanik minimum dan parameter pengelasan yang bisa digunakan. Seharusnya jika elektroda diproduksi sesuai dengan standard akan memiliki kualitas produk yang sama walaupun dibuat dengan berbagai merk [4].

Pada penelitian digunakan proses las SMAW dengan polaritas DCSP, kode elektroda yang digunakan adalah AWS E6013.

Tabel 1. Klasifikasi elektroda SMAW [5].

AWS Classification	Type of Coating	Welding Position ^a	Type of Current ^b
E6000	High cellulose sodium	F, V, DH, H	dcap
E6001	High cellulose potassium	F, V, DH, H	ac or dcap
E6002	High titania sodium	F, V, DH, H	ac or dcap
E6003	High titania potassium	F, V, DH, H	ac, dcap or dcap
E6004	Iron oxide titania potassium	F, V, DH, H	ac, dcap or dcap
E6020	High iron oxide	H-fillets F	ac or dcap, dcap or dcap
E6022 ^c	High iron oxide	F, H	ac or dcap
E6027	High iron oxide, iron powder	H-fillets F	ac or dcap, dcap or dcap
E7014	Iron powder, titania	F, V, DH, H	ac, dcap or dcap
E7015 ^d	Low hydrogen sodium	F, V, DH, H	dcap
E7016 ^d	Low hydrogen potassium	F, V, DH, H	ac or dcap
E7018 ^d	Low hydrogen potassium, iron powder	F, V, DH, H	ac or dcap
E7019M	Low hydrogen iron powder	F, V, DH, H	dcap
E7024 ^d	Iron powder, titania	H-fillets, F	ac, dcap or dcap
E7027	High iron oxide, iron powder	H-fillets F ac or dcap	ac, dcap or dcap
E7028 ^d	Low hydrogen potassium, iron powder	H-fillets, F	ac or dcap
E7048 ^d	Low hydrogen potassium, iron powder	F, V, DH, H, V-down	ac or dcap

Notes:

a. The abbreviations indicate the welding positions as follows:

F = Flat

H = Horizontal

H-fillets = Horizontal fillets

V-down = Vertical with downward progression

V = Vertical | | For electrodes $\frac{1}{8}$ in. (3.2 mm) and under, except $\frac{1}{4}$ in. (6.3 mm) and under for classifications E7014, E7015, E7016, E7018, and E7019M.

DH = Overhead | |

b. The term "dcap" refers to direct current electrode positive (dc, reverse polarity). The term "dcap" refers to direct current electrode negative (dc, straight polarity).

c. Electrodes of the E6022 classification are intended for single-pass welds only.

d. Electrodes with supplemental elongation, notch toughness, absorbed moisture, and diffusible hydrogen requirements may be further identified as shown in Tables 3, 3, 10, and 11.

Pada Tabel 1, Elektroda E6013 mempunyai cover Fluks high titania potassium yang mudah pembuangan slag dan memberikan hasil yang lebih halus, operasi yang memuaskan dengan tegangan ac open-circuit rendah, penetrasi busur

yang rendah. Elektroda E 6013 dirancang untuk pekerjaan *metal sheet* [5].

Kondisi elektroda yang sering terabaikan adalah kelembaban yang diakibatkan oleh penyerapan uap – uap fluida disekitarnya yang

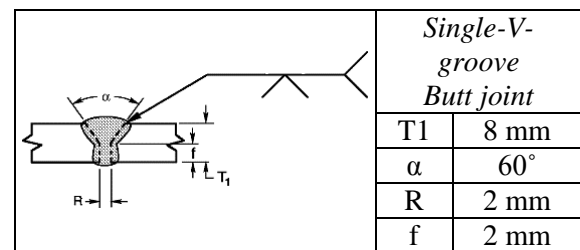
akhirnya merusak fluks elektroda. Pemilihan polaritas dapat menyesuaikan kondisi elektroda dan logam induk. Penggunaan elektroda yang lembab dan pemilihan polaritas yang tidak tepat diduga akan mengakibatkan cacat pada hasil pada hasil pengelasan khususnya pada pengelasan baja karbon rendah. Dengan tujuan untuk mengetahui apa dan seberapa besar pengaruh dari kelembaban elektroda dan pemilihan polaritas terhadap cacat pada pengelasan baja karbon rendah maka dilakukanlah sebuah penelitian.

2. Bahan and Metode

Material yang digunakan sebagai logam induk adalah baja karbon rendah ST 37 dengan tebal 8 mm, lebar 100 mm, panjang 150 mm dan pada salah satu sisi panjangnya dibentuk alur V 60°. Pengelasan dilakukan dengan las busur listrik (MMAW) dengan elektroda E 60 1 3 diameter 2.6 mm. Elektroda yang digunakan adalah elektroda yang dikeringkan dalam drying electrode pada temperatur 150 °F selama 2 jam

dan elektroda yang telah dilembabkan 5% dari berat total elektroda dengan oli baru jenis SAE 40. Heat input yang digunakan adalah correct current dengan potensial 20 V dan 80 A arus. Pengelasan dilakukan dengan busur normal dan dengan kecepatan normal travel 32 cm per menit dan dengan polarity DCSP.

Untuk melihat pengaruh pengelasan dengan menggunakan elektroda lembab dan menggunakan masing – masing polaritas, maka dilakukan penelitian dengan cara metalografi untuk mendapatkan hasil pengamatan makro struktur dan mikro struktur.



Gambar 2. Ukuran kampuh standar untuk pengelasan alur V.

Tabel 2. Komposisi Kimia bahan dasar (mild steel)

Metal	Typical composition (wt%)	Typical uses
Low-carbon ("mild") steel	Fe + 0.04 to 0.3 C (+ \approx 0.8 Mn)	Low-stress uses. General constructional steel, suitable for welding.
Medium-carbon steel bolts,	Fe + 0.3 to 0.7 C (+ \approx 0.8 Mn)	Medium-stress uses: machinery parts – nuts and shafts, gears.
High-carbon steel	Fe + 0.7 to 1.7 C (+ \approx 0.8 Mn)	High-stress uses: springs, cutting tools, dies.
Low-alloy steel	Fe + 0.2 C 0.8 Mn 1 Cr 2 Ni	High-stress uses: pressure vessels, aircraft parts.
High-alloy ("stainless") steel	Fe + 0.1 C 0.5 Mn 18 Cr 8 Ni	High-temperature or anti-corrosion uses: chemical or steam plants.
Cast iron	Fe + 1.8 to 4 C (+ \approx 0.8 Mn 2 Si)	Low-stress uses: cylinder blocks, drain pipes.

Tabel 3. Komposisi kimia Elektroda

DEPOSIT COMPOSITION⁽¹⁾ – As Required per AWS A5.1

	%C	%Mn	%Si	%P	%S
Requirements - AWS E6013	0.20 max	1.20 max	1.00 max	Not Specified	Not Specified
Typical Results ⁽²⁾ - As-Welded	0.04-0.07	0.32-0.45	0.16-0.24	0.01-0.02	0.01-0.02
	%Ni	%Cr	%Mo	%V	
Requirements - AWS E6013	0.30 max	0.20 max	0.30 max	0.08 max	
Typical Results ⁽²⁾ - As-Welded	\leq 0.07	0.02 - 0.04	\leq 0.02	0.01-0.02	

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahan dasar (*mild steel*) yang digunakan [6] dan pada Tabel 3 diperlihatkan komposisi kimia dari elektroda AWS E 6013 [7].

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaturan parameter dalam pengelasan akan mempengaruhi hasil dari pengelasan, termasuk perlakuan- perlakuan selama persiapan spesimen pengujian, oleh karena itu dalam mempersiapkan spesimen pengujian harus

diperhatikan dan menghindari segala perlakuan – perlakuan yang nantinya akan mempengaruhi hasil akhir pengelasan yang akan diuji.

Hasil yang didapat dari pengamatan makro struktur dan mikro struktur nantinya akan

dibandingkan antara hasil pengelasan dengan menggunakan elektroda normal dengan hasil pengelasan dengan menggunakan elektroda lembab.

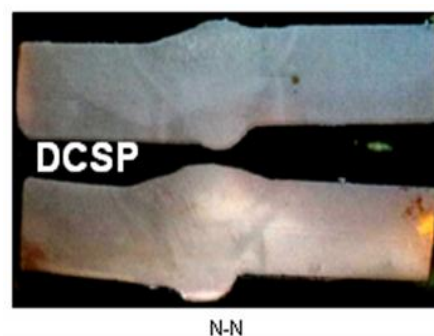
Tabel.4. Identifikasi pengelasan dengan polaritas DCSP

No	Tingkat kelembaban Elektroda	Identifikasi	Ciri-ciri
1.	Kering	Penyalan awal	Mudah
		Nyala busur	Mudah dikontrol
		Spatter	Kecil
2.	5 %	Penyalan awal	Susah (Terjadi lengket – lengket antara ujung elektroda dengan permukaan logam induk)
		Nyala busur	Susah dikontrol
		Spatter	Besar

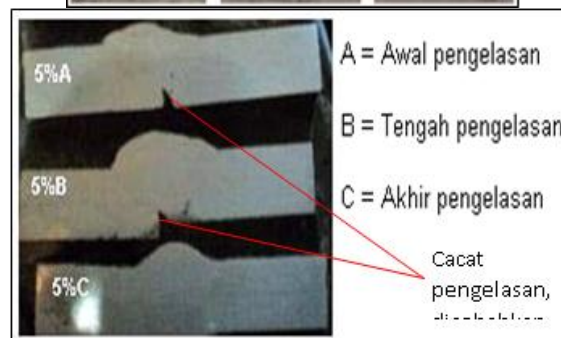
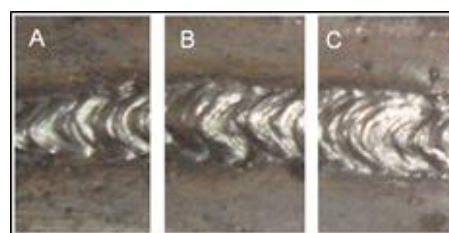
Dari Tabel 4 dapat ditarik beberapa keterangan mengenai ciri-ciri dari masing-masing pengelasan antara elektroda kering dan elektroda lembab. Dari data selama pengelasan dengan menggunakan polaritas DCSP mengalami lengket – lengket (freezing) pada awal penyalan busur, sehingga menyebabkan susahnya penyalan busur. Kemudian setelah timbul nyala busur susah dikontrol. Elektroda lembab juga menimbulkan spatter yang lebih besar daripada spatter yang timbul dari pengelasan dengan menggunakan elektroda kering

Pengamatan struktur secara makro dilakukan pada masing – masing specimen untuk melihat dan mengamati cacat pada specimen secara visual. Hal ini dilakukan pada sekitar daerah weld metal pada setiap specimen. Dalam pengamatan hasil las dibagi atas awal (A), tengah (B) dan bagian akhir pengelasan (C). Dan khusus untuk hasil pengelasan dengan elektroda normal, pengamatan dilakukan pada bagian awal dan akhir.

Untuk makro struktur apabila dibandingkan antara permukaan hasil pengelasan dengan menggunakan elektroda kering dengan permukaan hasil pengelasan dengan menggunakan elektroda lembab sangat berbeda. Pada makro struktur hasil pengelasan dengan elektroda lembab baik memakai polaritas DCSP terlihat cacat pada lokasi penyambungan antara kampuh cacat ini timbul karena tidak terjadi ketidaksempurnaan penetrasi pada sambungan yang disebabkan oleh tidak sempurnanya panas busur untuk mencairkan elektroda pada sambungan sehingga sehingga terjadi pembekuan yang cepat setelah elektroda bergerak meninggalkan daerah peleburan tersebut.



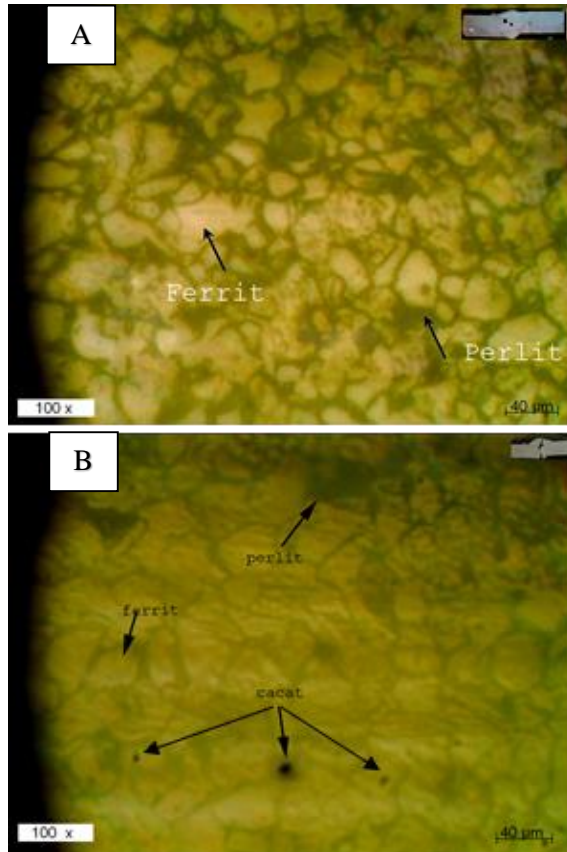
Gambar 3. Makro Struktur hasil pengelasan dengan elektroda tanpa dilembabkan dengan Minyak



Gambar 4. Makro Struktur hasil pengelasan dengan elektroda lembab

Pada Gambar 3 dapat dilihat cacat terjadi pada awal pengelasan dan tengah pengelasan.

Hal ini disebabkan elektroda masih lembab, sedangkan pada akhir pengelasan terlihat pada Gambar 3 terjadi penetrasi yang sempurna hal ini disebabkan karena sekian waktu berjalan panas yang terjadi selama proses pengelasan berlangsung menyebabkan elektroda menjadi kering sehingga timbul pencairan dan penetrasi yang sempurna pada daerah sambungan.



Gambar 5. Mikro struktur hasil pengelasan pada daerah logam las dengan elektroda normal (A) dan dengan elektroda yang dilembabkan minyak (B)

Dari hasil pengamatan struktur mikro yang dilakukan terlihat bahwa susunan struktur mikro daerah logam las dengan elektroda kering sama dengan struktur mikro logam las untuk elektroda yang dilembabkan dengan minyak, dimana daerah logam las terlihat ferrite perlit dalam matrik ferrite. Di samping itu pada daerah logam las dengan elektroda yang dilembabkan terdapat titik-titik hitam yang merupakan cacat jenis porositas.

Adanya porositas pada daerah logam las sebagai cacat pengelasan disebabkan oleh terperangkapnya gas-gas yang merambat ke celah-celah logam cair saat pengelasan berlangsung hingga proses penurunan temperatur atau pembekuan, hal ini

menyebabkan ketidak terikatan antara satu atau beberapa sel dengan sel yang ada disekelilingnya dan akhirnya menimbulkan sebuah kekosongan atau ruang. Terdapatnya gas-gas tersebut dalam logam cair adalah karena kurangnya perlindungan dari gas yang dibentuk oleh fluks elektroda. Gas yang terbentuk dari fluks tersebut adalah berfungsi sebagai pelindung dan kemudian mencegah masuknya gas-gas yang terkandung di udara bebas ke daerah pengelasan. Keadaan yang mengakibatkan kurangnya perlindungan dari gas timbul dari pembakaran fluks disebabkan oleh rusaknya fluks.

4. Simpulan

Dari penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Kelembaban elektroda oleh unsur minyak sangat mempengaruhi hasil pengelasan baja karbon rendah
- Kelembaban elektroda oleh unsur minyak dapat merusak fungsi fluks elektroda sebagai pelindung cairan selama proses berlangsung dari udara sekitarnya.
- Pengaruh yang ditimbulkan oleh keterlibatan unsur minyak pada elektroda adalah rusaknya fluks dan membuat suatu lapisan dipermukaan elektroda yang menghambat laju elektron dalam menghasilkan busur api dan menurunkan konsentrasi dari fluks.
- Cacat yang terlihat pada hasil pengelasan dengan elektroda lembab berawal dari rusaknya fluks pada elektroda.
- Pemilihan polarity DCSP dapat meminimalkan cacat yang terjadi pada daerah logam las .

Ucapan Terima kasih

Terimakasih kepada Kepala Labor Teknik Mesin Institut Teknologi Padang yang telah memberi izin pemakaian alat selama penelitian

Referensi

- [1] S. R. Potter, "Welding Procedures," Hydroelectric Generation, 2014.
- [2] Hafni, "Bahan Ajar Teknologi Pengelasan, Padang," Institut Teknologi Padang, 2007.
- [3] C.D. Cantelope, "Joint Weld Terminology and Standar Welding Symbol Interpretation," Miami, Florida, American Welding Society, 1995.
- [4] J. Affi, "Pengaruh Lapisan Oksida Tambahan Pada Elektroda E6013 Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Lasan Baja Karbon Rendah,"

TEKNIKA, No. 28, Vol.1, Thn. XIV
November 2007, ISSN: 0854-8471, 2007.

- [5] ASME, "*Specifications for Welding Rods, Electrodes, and Filler Metals in Boiler & Pressure Vessel Code*, Ner York, 2004, p. 84.
- [6] M. F. Ashby, "*Engineering Materials 2*," A division of Reed Educational and Professional Publishing Ltd, London, 1988.
- [7] L. Electric, "*Welding Consumables*," Lincoln Global, Inc., 2017.