

Toughness Differentiation of Welded Low Carbon Steel by Using Baked Low Hydrogen Electrode (E7018) and Low Hydrogen Electrode Without Baking Process

Perbedaan Ketangguhan Hasil Las Baja Karbon Rendah dengan Menggunakan Elektroda Low Hydrogen (E7018) Yang Dipanaskan dengan Yang Tidak Dipanaskan

Prasetya Didi Rahman ^{1*}, Jasman ¹, Nofri Helmi ¹

Abstract

Low hydrogen electrode known as lime type, due lime ferritic or lime flourspar countain. This research purpose to know influence of toughness welding result by using baked low hydrogen electrode on low carbon steel. This is an experimental research. After the test obtained the average potential energy amount 65,8107 Nm and average impact amount $0,81539 \times 10^6$ N/m from specimen A, specimen B obtain average potential energy amount 81,9396 Nm and average impact amount $1,00251 \times 10^6$ N/m, and spesimen D obtain average potential energy amount 92,5795 Nm and average impact amount $1,13445 \times 10^6$ N/m. The most tough specimen in C group, with average potential energy amount 126,3913 Nm and average impact amount $1,56703 \times 10^6$ N/m.

Keywords

Baking Electrode, Low Hydrogen Electrode, Welding, Impact Test, Low Carbon Steel

Abstrak

Elektroda *low hydrogen* disebut juga dengan jenis kapur, katena bahan utama yang digunakan adalah kapur dan fluorat. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui apakah ada pengaruh variasi temperatur pemanasan elektroda *low hydrogen* sebelum pengelasan terhadap ketangguhan hasil las pada baja karbon rendah. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Didapatkan hasil eksperimen nilai rerata serapan energi sebesar 65,8107 Nm dan rerata harga impak sebesar $0,81539 \times 10^6$ N/m pada spesimen A, spesimen B didapat nilai rerata serapan energi sebesar 81,9396 Nm dan rata-rata harga impak sebesar $1,00251 \times 10^6$ N/m dan spesimen D nilai rerata serapan energi sebesar 92,5795 Nm dan rerata harga impak sebesar $1,13445 \times 10^6$ N/m. Hasil terbaik terdapat pada kelompok C denga rerata nilai serapan energi 126,3913 Nm dengan harga impak $1,56703 \times 10^6$ N/m.

Kata Kunci

Pemanasan Elektroda, Elektroda Hidrogen Rendah, Pengelasan, Uji Ketangguhan, Baja Karbon Rendah

¹ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Kampus UNP Air Tawar, Padang 25131, Indonesia

*pras.bigcartel@gmail.com

Submitted : December 12, 2018. Accepted : January 02, 2019. Published : January 15, 2019

PENDAHULUAN

Definisi pengelasan menurut DIN (Deutsche Industrie Normen) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las adalah suatu cara untuk menyambung benda padat dengan cara mencairkannya melalui pengelasan. Untuk berhasilnya penyambungan logam oleh las diperlukan beberapa syarat yang harus dipenuhi, yaitu benda yang akan dilas dapat mencair/melebur oleh panas, antara benda-benda yang disambung terdapat kesesuaian sifat lasnya sehingga tidak melemahkan atau menggagalkan sambungan tersebut dan cara-cara penyambungan sesuai dengan sifat benda padat dan tujuan penyambungannya [1].

DASAR TEORI

Pengelasan terbagi menjadi banyak jenis, namun yang lazim digunakan adalah pengelasan las listrik elektroda terbungkus (Shielded Metal Arc Welding). Pengelasan ini menggunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas untuk mencairkan elektroda atau bahan tambah. Elektroda yang digunakan dalam pengelasan ini berbentuk kawat yang dilindungi dengan lapisan zat pelindung (flux) yang ikut mencair dan mengisolasi bahan tambah tersebut dari udara luar sewaktu pengelasan. Fungsi lain dari salutan pada elektroda untuk menstabilkan busur listrik, oleh karena itu diperlukan penanganan khusus pada elektroda khususnya pada elektroda low hydrogen (E7015, E7016, E7018, E7028 dan E7048) kandungan air maksimum yang berada di lapisan pelindung elektroda baja karbon ini tidak boleh melebihi 0,6% dari berat sebagai mana aslinya dari pabrik pembuat atau setelah kondisi fisiknya diperbaiki kembali. Apabila elektroda low hydrogen diterima dalam kondisi kurang meyakinkan atau tidak cukup terlindung dari kelembaban sewaktu penyimpanan, maka elektroda harus dipanaskan sebelum dipakai kembali, pada suhu 500°F hingga 800°F atau 260°C hingga 425°C selama 1-2 jam (American Welding Society, 2004).

Pemilihan elektroda dalam pengelasan belum tentu diketahui oleh semua juru las, bahkan tidak sedikit juru las yang mengetahui prosedur pemanasan dan penyimpanan elektroda tetapi mengabaikan prosedur pemanasan dan penyimpanan elektroda low hydrogen tersebut, dan juga tidak semua bengkel konstruksi memiliki pemanas elektroda terutama bengkel-bengkel kecil karena mahalnya alat tersebut.

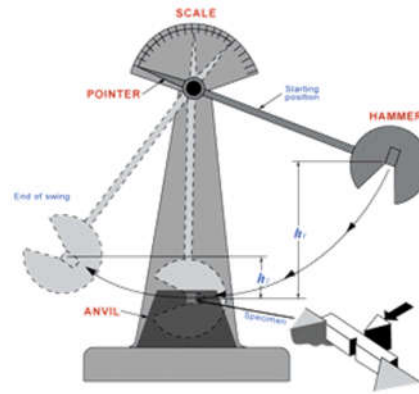
Berdasarkan uraian di atas, maka penulis ingin mengungkapkan tentang perbedaan ketangguhan hasil las baja karbon rendah dengan menggunakan Elektroda Low Hydrogen (E7018) yang dipanaskan dengan yang tidak dipanaskan.

METODE PENELITIAN

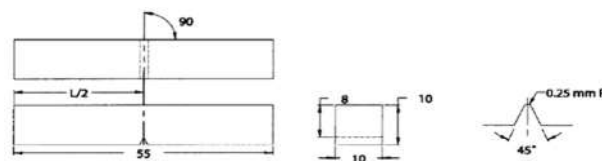
Penelitian ini membandingkan ketangguhan logam yang dilas menggunakan elektroda low hydrogen E7018 yang dipanaskan di dalam baking oven dengan suhu 260°C, 343°C, 425°C dengan elektroda yang tidak dipanaskan pada baja ASTM A36. Objek yang diteliti diuji ketangguhannya menggunakan alat uji ketangguhan (impact tester) dengan metode charpy.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan terhadap 12 spesimen yang diantaranya 9 spesimen dilas menggunakan elektroda yang dipanaskan dengan variasi suhu 260°C, 343°C, 425°C dan 3 spesimen dilas menggunakan elektroda tanpa pemanasan.

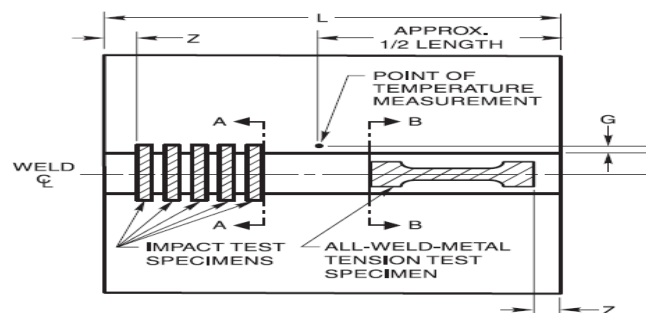


Gambar 1. Skema Uji Impak



Gambar 2. Spesimen Uji *Impact Charpy V Notch* [2].

Proses pengerjaan dimulai dari pemanasan dan penanganan elektroda, pengukuran dan pemotongan bahan las, pengelasan, pembuatan spesimen uji, pengujian, dan analisa data.



Gambar 3. Lokasi Spesimen Pengujian pada Material Las[3] (AWS, 2004:9)

Pengujian dimulai dengan menaikkan lengan pendulum hingga terbentuk sudut 140° sebagai sudut α , spesimen diletakkan pada landasan dengan takikan mengarah ke belakang pendulum. Pastikan jarum penunjuk sudut α dan β diposisi yang sama kemudian lepaskan pendulum hingga berbenturan dengan spesimen, selanjutnya baca angka yang ditunjukkan pada jarum. Angka yang ditunjukkan merupakan sudut pantulan yang digunakan untuk mencari tinggi pantulan dengan menggunakan persamaan:

$$h_1 = r + r \sin \theta \text{ (jika } \beta > 90^\circ)$$

$$h_1 = \frac{\beta}{90^\circ} S \text{ (jika } \beta < \text{ dari } 90^\circ)$$

$$\sin \theta = \beta - 90^\circ$$

Tinggi jatuh dapat ditentukan terlebih dahulu karena sudut jatuh merupakan sebuah ketetapan, dapat dicari dengan persamaan:

$$h_0 = r + r \sin \theta$$

$$\sin \theta = \alpha - 90^\circ$$

Energi serapan yang dibutuhkan untuk mematahkan benda uji, dapat diketahui dengan persamaan:

$$E = E_0 - E_1$$

$$E_0 = m \times g \times h_0$$

$$E_1 = m \times g \times h_1$$

Energi serapan yang mematahkan benda uji persatuan luas penampang patahan disebut dengan harga impact, dapat diketahui dengan persamaan :

$$H_I = \frac{E}{A}$$

Dimana:

E = Energi Serapan (Nm)

E₀ = Energi Jatuh (Nm)

E₁ = Energi Pantulan (Nm)

H_I = Harga Impact (N/m)

m = Massa Bandul (22 Kg)

g = Gravitasi (9,81 m/s)

h₀ = Tinggi Jatuh (m)

h₁ = Tinggi Pantulan (m)

α = Sudut Jatuh (140°)

β = Sudut Pantul (°)

A = Luas Penampang (m²)

Percobaan dilakukan sebanyak 3 kali untuk setiap kelompok spesimen, maka untuk menghitung rata-rata serapan energi dan rata-rata harga impact dapat dihitung dengan:

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

Dimana:

M = Mean (rata-rata)

∑ x = Jumlah data

n = Jumlah spesimen

Hasil

Eksperimen telah dilakukan dan hasilnya dicatat kemudian dipindahkan ke dalam tabel hasil pengujian seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Impact

No.	Spesimen	Luas penampang (m ²)	Sudut (°)		Tinggi bandul (m)		Serapan energi (Nm)	Harga impact (x10 ⁶ N/m)	Rata-rata serapan energi (Nm)	Rata-rata harga impact (x10 ⁶ N/m)
			α	β	h_0	h_i				
1	A (Elektroda tanpa perlakuan)	80x10 ⁻⁶	140	116	1,4128	1.1504	56,6311	0,70789	65,8107	0,81539
2		81x10 ⁻⁶	140	110	1,4128	1,0736	73,2061	0,90378		
3		81x10 ⁻⁶	140	112	1,4128	1,0996	67,5948	0,83450		
1	B (Elektroda dipanaskan pada suhu 260 °C)	82x10 ⁻⁶	140	103	1,4128	0,9799	93,4284	1,13937	81,9396	1,00251
2		81x10 ⁻⁶	140	113	1,4128	1,1125	64,8107	8,0013		
3		82x10 ⁻⁶	140	105	1,4128	1,0070	87,5797	1,06804		
1	C (Elektroda dipanaskan pada suhu 343 °C)	81x10 ⁻⁶	140	82	1,4128	0,7288	147,6208	1,82247	126,3913	1,56703
2		81x10 ⁻⁶	140	100	1,4128	0,9388	102,2986	1,26294		
3		80x10 ⁻⁶	140	91	1,4128	0,8139	129,2546	1,61568		
1	D (Elektroda dipanaskan pada suhu 425 °C)	82x10 ⁻⁶	140	109	1,4128	1,0604	76,0548	0,92750	92,5795	1,13445
2		82x10 ⁻⁶	140	103	1,4128	0,9799	93,4284	1,13937		
3		81x10 ⁻⁶	140	98	1,4128	0,9112	108,2553	1,33648		

Pembahasan

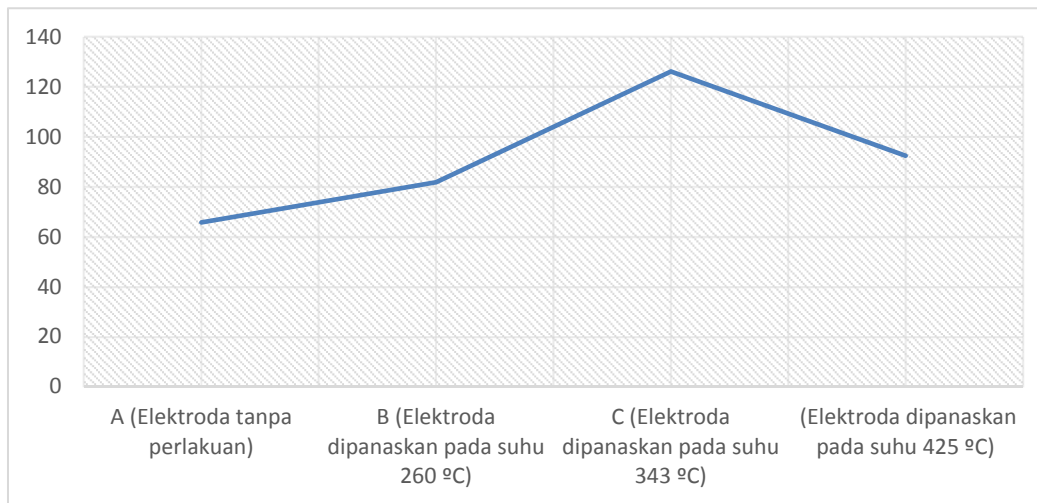
Data yang ditunjukkan pada tabel menunjukkan elektroda yang digunakan pada spesimen A tidak dipanaskan terlebih dahulu, didapat nilai serapan energi dan harga impact spesimen 1 sebesar 56,6331 Nm dengan harga impact 0,70789x10⁶ N/m, spesimen 2 sebesar 73,2061 Nm dan 0,90378x10⁶ N/m, dan spesimen 3 sebesar 67,5948 Nm dan 0,83450x10⁶ N/m. Sehingga didapat nilai rata-rata serapan energi sebesar 65,8107 Nm dan rata-rata harga impact sebesar 0,81539x10⁶ N/m.

Elektroda yang digunakan pada spesimen B dipanaskan pada suhu 260° C terlebih dahulu, dari hasil pengujian didapat nilai serapan energi dan harga impact spesimen 1 sebesar 93,4284 Nm dengan harga impact 1,13937x10⁶ N/m, spesimen 2 sebesar 64,8107 Nm dan 0,80013x10⁶ N/m, dan spesimen 3 sebesar 87,5797 Nm dan 1,06804x10⁶ N/m. Sehingga didapat nilai rata-rata serapan energi sebesar 81,9396 Nm dan rata-rata harga impact sebesar 1,00251x10⁶ N/m.

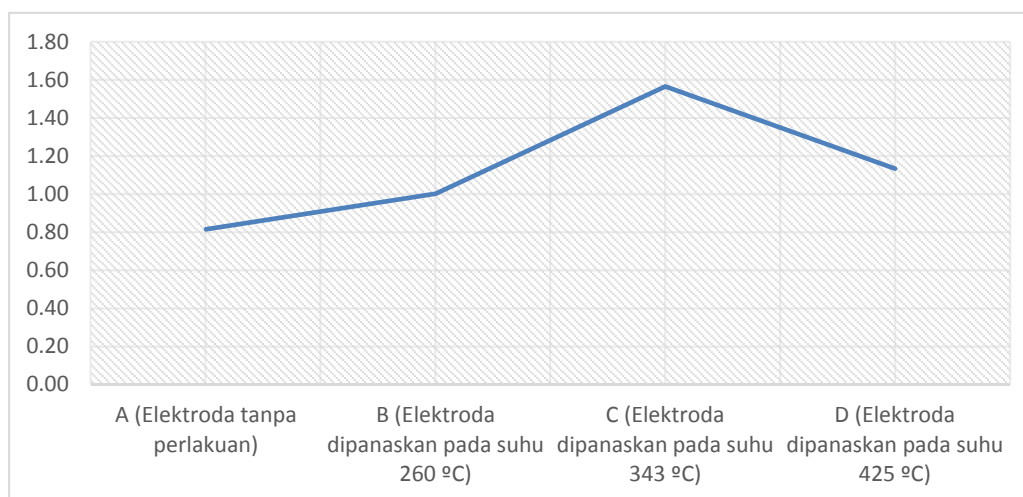
Elektroda yang digunakan pada spesimen C dipanaskan pada suhu 343° C terlebih dahulu, dari hasil pengujian didapat nilai serapan energi dan harga impact spesimen 1 sebesar 147,6208 Nm dengan harga impact 1,82247x10⁶ N/m, spesimen 2 sebesar 102,2986 Nm dan 1,26294x10⁶ N/m, dan spesimen 3 sebesar 129,2546 Nm dan 1,61568x10⁶ N/m. Sehingga didapat nilai rata-rata serapan energi sebesar 126,3913 Nm dan rata-rata harga impact sebesar 1,56703x10⁶ N/m.

Elektroda yang digunakan pada spesimen D dipanaskan pada suhu 425° C terlebih dahulu, dari hasil pengujian didapat nilai serapan energi dan harga impact spesimen 1 sebesar 76,0548 Nm dengan harga impact 0,92750x10⁶ N/m, spesimen 2 sebesar 93,4284 Nm dan 1,13937x10⁶ N/m, dan spesimen 3 sebesar 108,2553 Nm dan 1,33648⁶ N/m. Sehingga

didapat nilai rata-rata serapan energi sebesar 92,5795 Nm dan rata-rata harga impact sebesar $1,13445 \times 10^6$ N/m.



Gambar 4. Grafik Rata-rata Serapan Energi Setiap Kelompok



Gambar 5. Grafik Rata-rata Harga Impact setiap Kelompok

Grafik diatas menunjukkan bahwa nilai serapan energi dan harga impact pada setiap spesimen yang dilas menggunakan dengan elektroda dipanaskan mengalami peningkatan nilai serapan energi dan harga impact, yang dimana rata-rata serapan energi dan rata-rata harga impact tertinggi berada pada kelompok spesimen C sebagai batas tengah dari interval suhu pemanasan elektroda low hydrogen sebesar 260-425°C, sedangkan pada batas bawah yaitu 260 °C dan batas atas 425 °C nilai rata-rata serapan energi dan rata-rata harga impact tidak setinggi batas tengah, adapun faktor-faktor yang mempengaruhi hal tersebut yaitu: mesin yang tidak terkalibrasi dan adanya cacat las pada spesimen.

SIMPULAN

Simpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian impact, dapat diambil kesimpulan bahwa hasil pengelasan dipengaruhi oleh persiapan pada sebelum pengelasan, salah satunya adalah pemanasan elektroda low hydrogen sebelum pengelasan. Pemanasan pada elektroda low

hydrogen bertujuan untuk mengurangi atau memastikan bahwa kadar hidrogen dalam selaput elektroda berada pada standar yang ditentukan, sehingga memberikan pengaruh terhadap ketangguhan dan sifat mekanik lainnya pada hasil pengelasan baja karbon rendah.

Hasil pengujian ketangguhan spesimen A memiliki rata-rata energi serapan 65,8107 Nm dengan rata-rata harga impact $0,81539 \times 10^6$ N/m, spesimen B didapat rata-rata nilai serapan energi 81,9396 Nm dengan rata-rata harga impact $1,00251 \times 10^6$ N/m, spesimen C didapat rata-rata nilai serapan energi 126,3913 Nm dengan harga impact $1,56703 \times 10^6$ N/m, untuk spesimen D didapat rata-rata nilai serapan energi 92,5795 Nm dan harga impact $1,13445 \times 10^6$ N/m.

Spesimen yang dilas menggunakan elektroda yang dipanaskan sebelum pengelasan memiliki nilai rata-rata serapan energi dan harga impact yang lebih tinggi daripada spesimen yang dilas dengan elektroda tanpa perlakuan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Sriwidharto. (1987). Petunjuk Kerja Las. Jakarta: Pradya Paramita.
- [2] ASTM International. (2011). Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials¹. Pennsylvania: ASTM International.
- [3] AWS. (2004). AWS A5.1: Specification for Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding. Florida: AWS

