

Analisa Laju Korosi dengan Media Air Laut pada Hasil Pengelasan Logam Baja Karbon Rendah dengan Proses Perlakuan Panas

Aisyah Indah Irmaya⁽¹⁾, Lia Yunita²⁾

^{(1), (2)} Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta

Corresponding email : aisyahirmaya@gmail.com

Abstrak

Permasalahan korosi dapat mengakibatkan bertambahnya potensi pencemaran oleh minyak bumi terhadap lingkungan akibat adanya kegiatan eksplorasi dan eksploitasi. Perawatan peralatan yang tidak tepat, salah satunya gagal memantau kelelahan logam dan korosi, dapat menyebabkan kecelakaan fatal pada industri migas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju korosi pada baja karbon rendah yang disambung dengan pengelasan dan telah diberikan perlakuan panas pasca pengelasan. Untuk mengetahui laju korosi pada hasil las baja karbon rendah dilakukan pengujian menggunakan media air laut. Metode penelitian dimana spesimen baja karbon rendah yang sudah dilas dengan las listrik, kemudian dilakukan pemanasan atau heat treatment dengan dipanasi lagi sampai temperatur 300 °C. Spesimen dilakukan penimbangan dengan ketelitian 0,01 gram dan pengukuran dimensi dengan ketelitian 0,001 mm, kemudian dimasukkan dalam air laut yang sudah diletakkan dalam wadah berupa gelas plastik tanpa penutup. Spesimen direndam untuk 100 jam, 200 jam, 300 jam dan 400 jam. Hasil pengujian berat dan penurunan berat spesimen, diperoleh berat rata-rata tertinggi spesimen yaitu pada rendaman 100 jam, didapat berat rata-rata sebesar 9,641 gr dengan selisih berat 0,016 gr. Sedangkan berat rata-rata terendah spesimen yaitu pada rendaman 400 jam, didapat penurunan berat rata-rata sebesar 9,575 gr dengan selisih berat 0,020 gr. Hasil pengujian dimensi dan luas permukaan terendam, diperoleh hasil dimensi rata-rata tertinggi pada rendaman selama 100 jam sebesar 2.031,312 mm² dan dimensi rata-rata terendah diperoleh pada rendaman 400 jam yaitu sebesar 2.009,594 mm². Berdasarkan data penurunan berat spesimen dan penurunan dimensi, diperoleh hasil perhitungan laju korosi/*corrosion rate* (CR) sebesar 0,088 mpy untuk lama perendaman 100 jam. Untuk perendaman selama 200 jam dengan menggunakan data yang sama, diperoleh laju korosi/*corrosion rate* (CR) sebesar 0,106 mpy. Sedangkan untuk perendaman selama 300 jam dan 400 jam, diperoleh laju korosi/*corrosion rate* sebesar 0,114 mpy. Berdasarkan grafik laju korosi terhadap waktu perendaman menunjukkan semakin lama waktu rendaman, semakin tinggi laju korosinya.

Kata Kunci: laju korosi, air laut, perlakuan panas, logam baja karbon rendah.

Abstract

Corrosion problems can result in an increase in the potential for pollution by petroleum to the environment due to exploration and exploitation activities. Improper equipment maintenance, including failure to monitor metal fatigue and corrosion, can cause fatal accidents in the oil and gas industry. This study aims to determine the corrosion rate of low carbon steel which is joined by welding and has been given post-welding heat treatment. To determine the corrosion rate on low carbon steel welds, a test was carried out using seawater media. The research method is where low carbon steel specimens that have been welded by electric welding are then heated or heat treated by reheating them to a temperature of 300 oC. Specimens were weighed with an accuracy of 0.01 grams and dimension measurements with an accuracy of 0.001 mm, then put in sea water which had been placed in a container in the form of a plastic cup without a lid. Specimens were immersed for 100 hours, 200 hours, 300 hours and 400 hours. The results of weight testing and weight reduction of specimens, obtained the highest average weight of the specimens, namely at 100 hours of immersion, obtained an average weight of 9.641 g with a weight difference of 0.016 g. While the lowest average weight of the specimens was at 400 hours of immersion, the average weight loss was 9.575 g with a weight difference of 0.020 g. The results of the test of dimensions and submerged surface area, obtained the highest average dimension results in a 100-hour immersion of 2,031,312 mm² and the lowest average dimension on a 400 hour immersion which is 2,009,594 mm². Based on the data on the decrease in weight of the specimen and the decrease in dimensions, the calculation results of the corrosion rate (CR) of 0.088 mpy were obtained for 100 hours of immersion. For 200 hours of immersion using the same data, the corrosion rate (CR) of 0.106 mpy was obtained. Meanwhile, for 300 hours and 400 hours of immersion, the corrosion rate was 0.114 mpy. Based on the graph of the corrosion rate against the immersion time shows the longer the immersion time, the higher the corrosion rate.

Keywords: corrosion rate, seawater, heat treatment, low carbon steel.

Analisa Laju Korosi dengan Media Air Laut pada Hasil Pengelasan Logam Baja Karbon Rendah dengan Proses Perlakuan Panas

I. Pendahuluan

Peralatan dalam Industri Minyak dan Gas bumi (Migas) yang terbuat dari logam sangat rawan akan terjadinya korosi. Permasalahan korosi dapat mengakibatkan bertambahnya potensi pencemaran oleh minyak bumi terhadap lingkungan akibat adanya kegiatan eksplorasi dan eksploitasi. Peralatan migas yang rusak (korosi) berarti tidak adanya perbaikan atau tidak berfungsinya komponen sistem pemulihan (Prediction of Distortion Behavior due to Load Thermal Laser Welded Low Carbon Steel with Stainless Steel 304 Based on Computation Simulation, 2019).

Perawatan peralatan yang tidak tepat, salah satunya gagal memantau kelelahan logam dan korosi, dapat menyebabkan kecelakaan fatal pada industri migas. Salah satu contoh terjadinya korosi pada pipa migas (gambar 1) (Prediction of Distortion Behavior due to Load Thermal Laser Welded Low Carbon Steel with Stainless Steel 304 Based on Computation Simulation, 2019) yang dapat menyebabkan kebocoran pipa. Dampaknya, jumlah produksi akan berkurang, ongkos produksi akan meningkat, dan terjadi pencemaran lingkungan



Gambar 1. Korosi pada Pipa Migas

Beberapa penelitian yang telah dilakukan tentang laju korosi pada baja dengan perlakuan panas 300 °C dan 700 °C dimana laju korosi dipengaruhi dengan perlakuan panas dan konsentrasi inhibitor. Semakin besar suhu yang digunakan maka semakin besar laju korosi (Prediction of Distortion Behavior due to Load Thermal Laser Welded Low Carbon Steel with Stainless Steel 304 Based on Computation Simulation, 2019). Penelitian tentang sifat mekanik dan sifat fisik hasil pengelasan pada baja karbon dimana pengelasan MMA adalah pengelasan yang paling umum dalam menghubungkan baja karbon rendah (Prediction of Distortion Behavior due to Load Thermal Laser Welded Low Carbon Steel with Stainless Steel 304 Based on Computation Simulation, 2019). Selain itu ada juga yang meneliti menggunakan simulasi penyebaran panas dimana ekspansi termal hasil las

sering mengarah untuk stres termal dalam lasan. Distribusi temperatur yang dihasilkan, distribusi fluks panas dan respons struktural di bawah pengelasan arus busur merupakan pengetahuan dalam memastikan desain keberhasilan produk pengelasan (Prediction of Distortion Behavior due to Load Thermal Laser Welded Low Carbon Steel with Stainless Steel 304 Based on Computation Simulation, 2019).

II. Metodologi

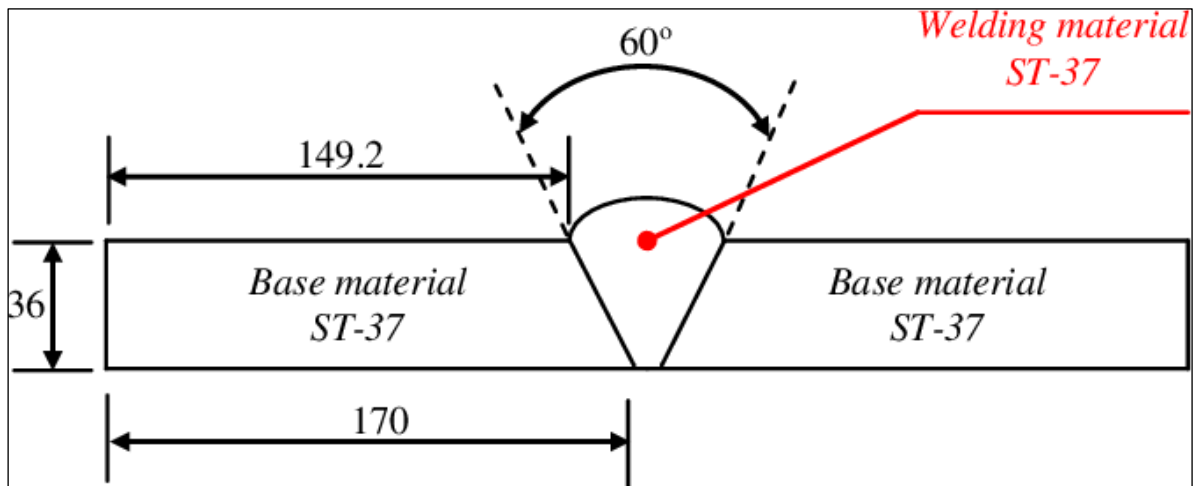
Dalam penelitian ini material yang diuji adalah sambungan las baja karbon rendah ST37 berbentuk plat. Material ini dipilih karena ST37 sering digunakan dalam beberapa desain konstruksi.



Gambar 2. Spesimen Baja Karbon Rendah

Plat baja karbon rendah ST37 seperti pada Gambar 2 dibuat spesimen lebih kecil kemudian disambung dengan las listrik biasa (Metal Arch

Welding). Bentuk dan geometri spesimen yang dilas, seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Geometri dan Dimensi Spesimen Baja Karbon Rendah

Dalam penelitian ini, media yang digunakan untuk menguji laju korosi pada baja karbon rendah yang dilas adalah air laut.

2.1. Metode Penelitian

Spesimen baja karbon rendah yang sudah dilas dengan las listrik seperti terlihat pada Gambar 4. Setelah selesai dilas, selanjutnya dilakukan pemanas atau heat treatment dengan dipanasi lagi sampai temperatur 300 °C.

Analisa Laju Korosi dengan Media Air Laut pada Hasil Pengelasan Logam Baja Karbon Rendah dengan Proses Perlakuan Panas



Gambar 4. Spesimen Baja Karbon Rendah yang Sudah Dilas

Air laut yang digunakan adalah air laut dari Pantai Parangtritis (Gambar 5) karena lokasinya paling dekat dengan Kampus Universitas

Proklamasi 45 Yogyakarta. Pengambilan air dilakukan menggunakan botol air mineral ukuran 1 liter sebanyak 3 buah.



Gambar 5. Proses Pengambilan Air Laut di Pantai Parangtritis

Setelah spesimen dan media untuk menguji laju korosi sudah siap semuanya, selanjutnya spesimen dimasukkan dalam air laut yang sudah diletakkan dalam wadah berupa gelas plastik tanpa penutup. Sebelum dimasukkan ke dalam gelas plastik berisi air laut, spesimen dilakukan penimbangan dengan ketelitian 0,01 gram dan pengukuran dimensi dengan ketelitian 0,001 mm. Alat yang digunakan adalah timbangan digital dan

micrometer digital (Gambar 6). Selanjutnya dibiarkan selama 100 jam, kemudian spesimen diambil lagi dan dibersihkan dahulu (tangan sebaiknya menggunakan kaos tangan karet) sebelum dilakukan penimbangan dan pengukuran dimensi ulang. Begitu seterusnya dilakukan penimbangan dan pengukuran dimensi mulai dari 0 jam, 100 jam, 200 jam, 300 jam dan 400 jam.



a



b.

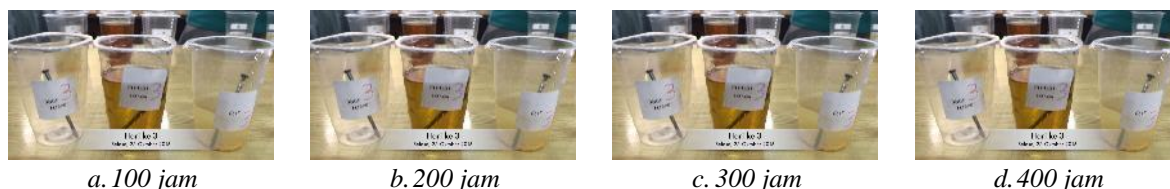
Gambar 6. Alat Untuk Menguji Spesimen, Menimbang Penurunan Berat dan Dimensi

(a) timbangan digital (b) micrometer digital

III. Hasil dan Pembahasan

Sebelum dilakukan penimbangan spesimen, dilakukan pengamatan pada warna air laut mulai

dari 100 jam, 200 jam, 300 jam, 400 jam. Perubahan warna bisa dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Perubahan Warna Air Laut

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah berat dan penurunan berat spesimen setiap lama

waktu rendaman, seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Berat Dan Penurunan Berat Spesimen

Lama Rendaman Air Laut	Berat Spesimen 1		Berat Spesimen 2		Berat Spesimen 3		Berat Rata-rata	
	W (gr)	ΔW (gr)	W (gr)	ΔW (gr)	W (gr)	ΔW (gr)	W (gr)	ΔW (gr)
000 jam	9,580	-	9,660	-	9,731	-	9,657	-
100 jam	9,564	0,016	9,640	0,020	9,719	0,012	9,641	0,016
200 jam	9,545	0,019	9,615	0,025	9,695	0,024	9,618	0,023
300 jam	9,522	0,023	9,587	0,028	9,677	0,018	9,595	0,023
400 jam	9,504	0,018	9,560	0,027	9,661	0,016	9,575	0,020

Keterangan :

- A : Luas permukaan terendam (cm²)
- P : Panjang Spesimen (cm)
- L : Lebar Spesimen (cm)
- T : Tebal Spesimen (cm)

Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah dimensi dan penurunan dimensi setiap lama waktu rendaman, seperti terlihat pada Tabel 2. Sedangkan luas permukaan spesimen yang terdiri dari 8 sisi juga dihitung dengan Rumus 1.

$$A = 2 \{ (PxL) + (PxT) + (LxT) \} \quad (1)$$

Tabel 2. Hasil Pengujian Dimensi dan Luas Permukaan Terendam

Lama Rendaman	A Dimensi Spesimen (mm ²)			Dimensi Rata-rata	
	A Sp 1	A Sp 2	A Sp 3	(mm ²)	(cm ²)
100 jam	1.979,820	2.113,977	2.000,140	2.031,312	20,313
200 jam	1.969,045	2.106,797	1.995,124	2.023,655	20,237
300 jam	1.963,504	2.094,553	1.991,959	2.016,672	20,167
400 jam	1.958,506	2.085,129	1.985,148	2.009,594	20,096

Analisa Laju Korosi dengan Media Air Laut pada Hasil Pengelasan Logam Baja Karbon Rendah dengan Proses Perlakuan Panas

Berdasarkan hasil pengujian berat dan penurunan berat spesimen (Tabel 1), diperoleh berat rata-rata tertinggi spesimen yaitu pada rendaman 100 jam, didapat berat rata-rata sebesar 9,641 gr dengan selisih berat 0,016 gr. Sedangkan berat rata-rata terendah spesimen yaitu pada rendaman 400 jam, didapat penurunan berat rata-rata sebesar 9,575 gr dengan selisih berat 0,020 gr. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin lama rendaman, berat spesimen semakin menurun.

Berdasarkan hasil pengujian dimensi dan luas permukaan terendam (Tabel 2), diperoleh hasil dimensi rata-rata tertinggi pada rendaman selama 100 jam sebesar 2.031,312 mm² dan dimensi rata-rata terendah diperoleh pada rendaman 400 jam yaitu sebesar 2.009,594 mm². Hasil ini menunjukkan semakin lama waktu rendaman spesimen, semakin berkurang dimensi spesimennya.

3.1. Perhitungan Laju Korosi

Metode kehilangan berat atau *weight loss* merupakan metode yang digunakan untuk menghitung laju korosi. Dalam penelitian ini, data penurunan berat spesimen dan penurunan dimensi digunakan untuk menghitung laju korosi/*corrosion rate* (CR) menggunakan rumus (2)

$$CR (mpy) = \frac{\Delta W \cdot K}{\rho \cdot A \cdot T} \quad (2)$$

Dimana:

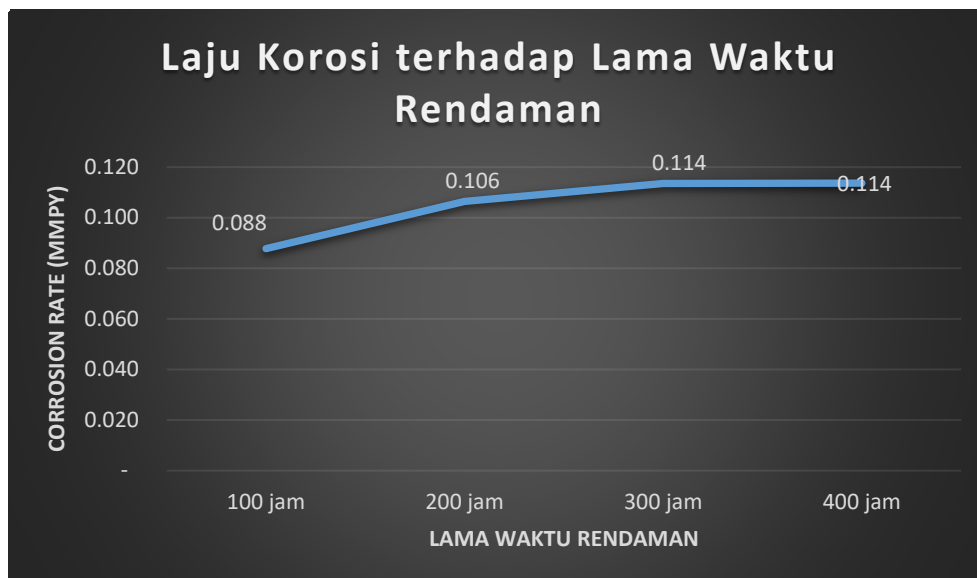
- CR : Corrosion Rate (mpy)
- ΔW : Weight Loss (gram)
- K : Konstanta Factor
- ρ : Densitas Speciment (g/cm³)
- A : Surface Area (cm²)
- T : Ekposur Time (jam)

Berdasarkan data penurunan berat spesimen dan penurunan dimensi, diperoleh hasil perhitungan laju korosi/*corrosion rate* (CR) sebesar 0,088 mpy untuk lama rendaman 100 jam. Untuk rendaman selama 200 jam dengan menggunakan data yang sama, diperoleh laju korosi/*corrosion rate* (CR) sebesar 0,106 mpy. Sedangkan untuk rendaman selama 300 jam dan 400 jam, diperoleh laju korosi/*corrosion rate* sebesar 0,114 mpy. Hasil perhitungan laju korosi/*corrosion rate* (CR) berdasarkan data penurunan berat spesimen dan penurunan dimensi ditunjukkan pada Tabel 3.

Dari hasil perhitungan laju korosi, kemudian dibuat grafik laju korosi terhadap lama waktu rendaman ditunjukkan pada gambar 8 dimana menunjukkan semakin lama waktu rendaman, semakin tinggi laju korosinya.

Tabel 3. Perhitungan Laju Korosi

Lama Rendaman Air Laut (jam)	Weight ΔW (g)	Konstanta K	Densitas ρ (g/cm ³)	Surface ΔA (cm ²)	Time (jam)	Corrosion Rate CR (mpy)
100 jam	0,016	87.600	7,86	20,313	100	0,088
200 jam	0,039	87.600	7,86	20,237	200	0,106
300 jam	0,062	87.600	7,86	20,167	300	0,114
400 jam	0,082	87.600	7,86	20,096	400	0,114



Gambar 8. Grafik Hubungan Laju Korosi Terhadap Lama Waktu Rendaman dalam Air Laut

IV. Kesimpulan

Laju korosi pada baja karbon rendah yang disambung dengan pengelasan dan telah diberikan perlakuan panas setelah pengelasan dengan menggunakan media air laut yaitu untuk rendaman 100 jam adalah 0.088 mpy, rendaman 200 jam adalah 0.106 mpy, rendaman 300 jam adalah 0.114 dan rendam 400 jam adalah 0.114 mpy. Semakin lama waktu rendaman, semakin tinggi laju korosinya

V. Daftar Pustaka

- Multipilarenergi, “Kecelakaan Fatal Pengeboran Minyak dan Gas,” Multipilar Energi, 25 July 2019. [Online]. Available: <http://multipilarenergi.net/2019/07/25/kecelakaan-fatal-pengeboran-minyak-dan-gas/>. [Accessed 03 March 2020].
- ONG, “How Corrosion Happens in Oil and Gas Industry,” AONG Website, 10 December 2017. [Online]. Available: <https://www.arab-oil-naturalgas.com/how-corrosion-happens-in-oil-and-gas-industry/>. [Accessed 04 March 2020].
- D. Kurniawan, E. G. Suka and S. Suprihatin, “Variasi Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Buah Harendong (*Melastoma Affine D. Don*) Pada Baja Per Daun Dengan Perlakuan Panas 300 Dan 700 °C Terhadap Laju Korosi Dalam Larutan NaCl 3%,” *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, vol. 7, no. 2, pp. 187-196, 2019.
- I. A. Faqih, S. Ma'arif and H. Sukarjo, “The Effect of Current Variation on MMA Welding to Mechanical Properties and Microstructure of Mild Steel,” *Proceeding International Conference on Materials Science and Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 21-26, 2019.
- S. Ma'arif, R. S. Pani, M. Chamim and H. Sukarjo, “Prediction of Distortion Behavior due to Load Thermal Laser Welded Low Carbon Steel with Stainless Steel 304 Based on Computation Simulation,” *Proceeding International Conference on Materials Science and Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 72-79, 2019.
- H. Sukarjo and A. Surahman, “Pengaruh Korosi terhadap Kekuatan Tarik Macaroni Tubing P110 1.900"x4.19 lbs/ft,” *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, vol. 1, no. 1, pp. 1-10, 2017.