

ANALISIS LAJU KOROSI PADA BAJA ASTM A36 DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PERENDAMAN DALAM ALIRAN AIR LAUT

Yacob Hamdani¹⁾ and Wenny Marthiana²⁾

¹⁾Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Indisutri, Universitas Bung Hatta

¹⁾Email: Yacobhamdani46@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi pada industri maritim semakin meningkat pesat, namun permasalahan korosi merupakan permasalahan yang masih sering terjadi karena beberapa faktor seperti temperatur, kelembaban dan kandungan kimia di udara. Logam yang paling banyak digunakan dalam industri maritim khususnya pada lambung kapal adalah baja ASTM A36 yang merupakan baja karbon rendah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi suhu dan waktu perendaman terhadap laju korosi baja ASTM A36. Dalam perendaman menggunakan variasi waktu perendaman 24, 72 dan 120 jam. Dengan variasi suhu 29oC, 32oC dan 35oC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju korosi tertinggi terjadi pada baja ASTM A36 yang direndam pada suhu 35c yang menunjukkan nilai laju korosi sebesar 25,1965 mmpy (24 jam), 30,9557 mmpy (72 jam), 41,3223 mmpy (120 jam). kemudian pada material sampel uji terjadi korosi pitting dan korosi erosi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu yang tinggi dapat mempercepat laju korosi pada lingkungan laut.

Kata kunci: ASTM A36, Korosi temperatur, Korosi air laut

PENDAHULUAN

Dengan pesatnya perkembangan teknologi pada saat ini mempengaruhi sebagian besar perindustrian didunia, Teknologi dibidang kemaritiman seperti *offshore maupun onshore* berjalan lurus dengan meningkatnya kebutuhan ketersediaan energi yang diperlukan bagi kelangsungan hidup manusia. Namun seiring dengan waktu dan intensitas penggunaannya maka fasilitas-fasilitas tersebut akan mengalami penurunan kerja hingga menyebabkan terjadinya kerusakan. Faktor yang paling sering terjadi adalah kerusakan yang diakibatkan oleh korosi air laut [1].

Hampir seluruh produk yang terkorosi disebabkan oleh lingkungan atmosfer, Korosi atmosferik dipengaruhi oleh iklim dan lingkungan atau kondisi topografi. Dalam menentukan laju korosi sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti temperatur, kelembaban dan kandungan bahan kimia dalam udara [2].

Korosi ialah fenomena alam yang kerap terhadap material berbahan logam, dimana proses korosi adalah terjadinya pengurangan mutu material yang disebabkan reaksi kimia atau elektrokimia terhadap lingkungan sekitarnya. Korosi sering terjadi dikehidupan sehari-hari, Seperti keroposnya penyangga tiang jembatan, pipa gas, kebocoran kapal laut dan kontruksi mesin lainnya. Korosi tidak dapat dihentikan, tetapi dapat dicegah dengan melapisi menggunakan oli, cat, dan logam tahan korosi lainnya [1]. Jcamber

Korosi dapat dikendalikan dengan melihat penampilan, konsistensi, baik dengan hati-hati maupun dengan mata telanjang. Dua jenisutama korosi bagian bergantung pada reaksi

senyawa langsung, dan reaksi elektrokimia. Korosi memungkinkan terjadi pada media kering ataupun basah. Sebagai contoh, korosi yang terjadi pada media kering adalah serangan logambesi oleh oksigen (O₂) atau sulfur dioksida (SO₂) [3].

Beberapa faktor lingkungan yang memberikan pengaruh pada proses terjadinya pengkorosian besi, seperti:

1) Temperatur lingkungan

Temperatur lingkungan yang tidak teratur mengakibatkan peningkatan terhadap laju korosi. Hal ini dikarenakan semakin meningkat temperatur, Energi partikel yang bereaksi akan meningkat hingga melebihi besarnya biaya pembuatan lalu kecepatan respon (Korosi) akan semakin meningkat, begitu juga yang terjadi sebaliknya [4].

2) Kecepatan Arus Dari Fluida

Kecepatan air aliran cairan akan meningkatkan lajunya proses korosi. Ini dikarenakan reaksi antara reaktan terhadap logam akan meningkat pesat, yang mana nantinya mengakibatkan semakin bertambah partikel logam yang dikirim dan logam semakin cepat terkorosi [5].

3) Konsentrasi Yang Bersifat Korosif

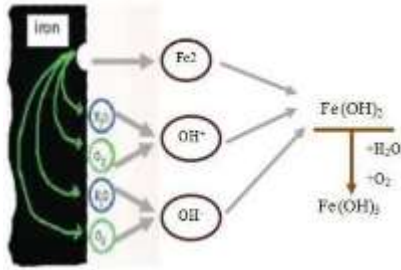
Hal berikut berkaitan dengan pH fluida cair. Susunan asam dari suatu caira bersifat sangat korosif, Dimana asam akan mengikis logam dengan cepat dikarenakan respon anoda. Sedangkan antasida mengakibatkan respon katoda dikarenakan respon katoda beriringan pada respon anoda [6].

4) Oksigen

Oksigen yang terdapat di udara berkontak langsung dengan logam yang basah.

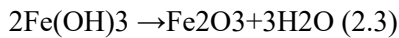
Sehingga kesempatan untuk terjadinya korosi menjadi tinggi. Pada iklim terbuka keberadaan oksigen mengakibatkan terjadinya korosi [6].

Mekanisme korosi yang terjadi pada logam besi (Fe) dijelaskan seperti berikut :
 $Fe(s) + H_2O(l) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow Fe(OH)_2(s)$ (2.1)
 Ferro hidroksida $[Fe(OH)_2]$ merupakan hasil sementara yang bisa teroksidasi secara alami oleh air dan udara menjadi ferro hidroksida $[Fe(OH)_3]$, sehingga terbentuk reaksi :
 $4Fe(OH)_2(s) + O_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$ (2.2)



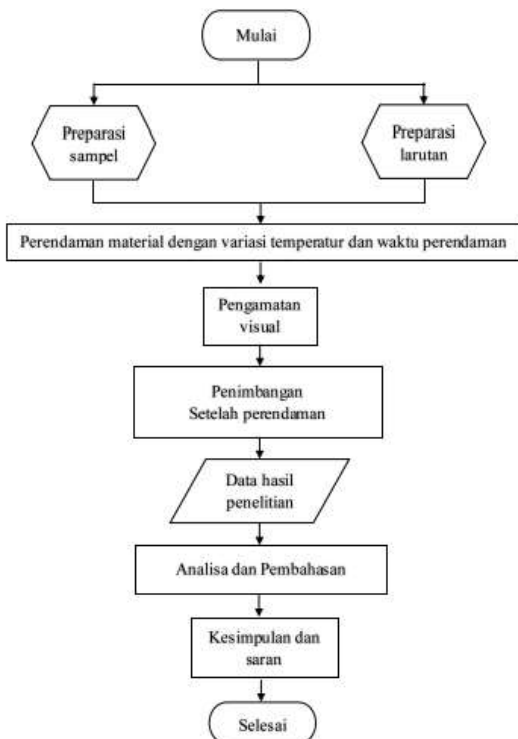
Gambar 1. Mekanisme terbentuknya Korosi
 (Sumber: G.Haryono, et al ,2010)

Ferro hidroksida menjadi Fe_2O_3 dengan warna merah coklat yang biasa disebut karat. Reaksinya yaitu :



METODE

Penelitian laju korosi ini dilakukan secara berurutan seperti yang dapat kita lihat pada Diagram Alir dibawah ini:



ASTM 36 adalah baja konstruksi karbon canai panas yang paling umum digunakan. Ini memiliki kekuatan luluh minimum 36k psi dan pengelasan mudah. Spesimen memiliki ukuran Panjang 4 cm, Lebar 2cm, Tebal 0,8 cm. Bentuk spesimen dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini



Gambar 2. Spesimen uji ASTM A3

Larutan air laut yang digunakan adalah air laut yang diambil dari kawasan Pelabuhan Teluk Bayur, Kecamatan Padang Selatan, Padang, Sumatera Barat, Indonesia.

Pada pengujian laju korosi dengan menggunakan pemaparan air laut yang ditambakkan menggunakan pompa aquarium pada spesimen yang disusun berjajar, spesimen depan, tengah, dan belakang. Dapat kita simpulkan bahwasannya semakin lama waktu pemaparan, maka semakin tinggi laju korosinya.



Gambar 3. Bentuk instalasi pengujian

Pengujian kali ini, setiap spesimen diberi jarak 6cm. Dapat kita lihat bahwasannya spesimen terdepan terkena pemaparan arus yang kuat, spesimen ditengan terkena arus juga hanya saja tidak sekuat yang didepan, spesimen dibelakang terkena arus pemaparan namun kecil. Pada setiap pengapit pada spesimen diberi isolasi, dan pengapit dikaitkan pada kawat yang sudah dililit.

Setelah data didapatkan, pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode kehilangan berat, dengan persamaan seperti berikut :

$$Corrosion = \frac{\Delta W \times K}{D \times A_s \times t} \quad (2.4)$$

Keterangan :

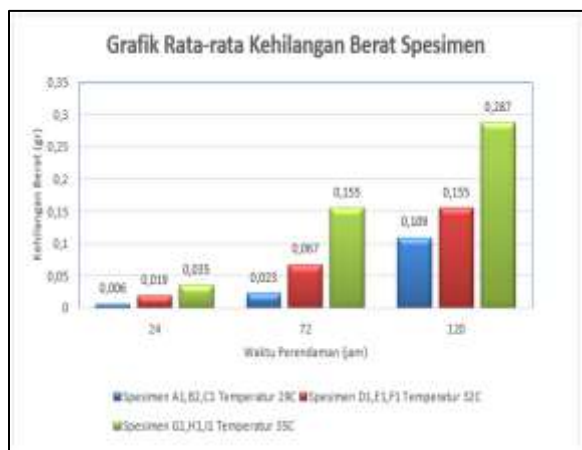
- K : Konstanta Factor
- t : Waktu Pemaparan
- ΔW : Kehilangan Berat (gram)
- D : Densitas spesimen (gr/cm^3)
- A_s : Luas Permukaan (cm^2)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan selama 28 hari, menggunakan metode kehilangan berat dimana spesimen digantung dan ditembakkan arus air laut dengan temperatur yang berbeda menggunakan pompa pada permukaan spesimen. Didapatkanlah data seperti yang terlihat pada Tabel 1

Tabel 1. Rata-rata Kehilangan Berat

Spesimen	Rata rata kehilangan berat (gr)		
	24 Jam	72 Jam	120 Jam
Spesimen A1,B2,C1 Temperatur 29°C	0,006	0,023	0,109
Spesimen D1,E1,F1 Temperatur 32°C	0,019	0,067	0,155
Spesimen G1,H1,I1 Temperatur 35°C	0,035	0,129	0,287



Gambar 4. Grafik Rata-rata Kehilangan Berat

Pada penelitian yang dilakukan dengan waktu perendaman 24 jam, 72 jam, 120 jam dapat dilihat spesimen yang dilakukan perendaman dengan waktu 120 mengalami kehilangan berat yang lebih tinggi dibandingkan perendaman spesimen dengan waktu 24 jam maupun 72 jam. Dimana dimana dapat dilihat seiring dengan dinaikannya temperatur air maka kehilangan berat pada tiap perendaman meningkat dikarenakan reaksi kimia menjadi lebih pada lingkungan dengan temperatur yang lebih tinggi.

Terjadinya kehilangan berat, dikarenakan terkorosi, dimana permukaan spesimen mengalami oksidasi sehingga unsur logam yang terdapat pada permukaan spesimen larut kedalam air laut. Faktor ion klorida yang terkandung didalam air laut membuat spesimen semakin cepat terjadinya proses oksidasi. Hal ini dikarenakan ion klorida bersifat agresif, sehingga mempercepat siklus reaksi oksidasi yang terjadi [7]

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari pengurangan berat, maka dapat diolah menggunakan persamaan weight loss untuk mendapatkan nilai laju korosi pada material, sebagai berikut:

$$CR_{A1} = \frac{\Delta W \times K}{D \times A_s \times t}$$

$$\Delta W = 0,006 \text{ gr}$$

$$K = 3,45 \cdot 10^6$$

$$D = 7,86 \text{ gr/cm}^3 \text{ (Densitas ASTM A36)}$$

$$t = 24 \text{ jam}$$

$$V = \text{Volume Spesimen Uji}$$

$$V = p.l.t$$

$$V = 4 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} \cdot 0,8 \text{ cm}$$

$$V = 6,4 \text{ cm}^3$$

$$A_{s1} = \text{Luas permukaan spesimen yang kontak dengan air laut}$$

$$A_{s1} = 2 \cdot (p \times l + p \times t + l \times t)$$

$$A_{s1} = 2 \cdot (4 \times 2 + 4 \times 0,8 + 2 \times 0,8)$$

$$A_{s1} = 25,6 \text{ cm}^2$$

$$CR_{A1} = \frac{\Delta W \times K}{D \times A_s \times t}$$

$$= \frac{0,006 \text{ gr} \times 3,45 \cdot 10^6}{7,86 \text{ gr/cm}^3 \times 25,6 \text{ cm}^2 \times 24} = \frac{20700}{4792,32} = 4,3194$$

Jadi laju korosi spesimen A1 adalah 29,7844 *mpy*. dengan cara yang sama, dapat dihitung laju korosi untuk spesimen A2 dan A3

Tabel 2. Rata-rata Laju Korosi









Spesimen	Rata rata Laju Korosi (gr)		
	24 Jam	72 Jam	120 Jam
Spesimen A1,B2,C1 Temperatur 29°C	4,3194	5,5192	15,6938
Spesimen D1,E1,F1 Temperatur 32°C	13,6781	16,0778	22,3169
Spesimen G1,H1,I1 Temperatur 35°C	25,1965	30,9557	41,3223



Gambar 5. Grafik Rata-rata Laju Korosi

Grafik diatas menunjukkan nilai laju korosi pada masing masing spesimen dimana spesimen dengan waktu perendaman paling lama memiliki nilai laju korosi tertinggi, dimana temperatur juga mempengaruhi laju korosi. Spesimen dengan temperatur air yang dinaikkan mendapatkan nilai laju korosi yang lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur air yang lebih rendah dikarenakan Temperatur lingkungan yang tidak teratur mengakibatkan peningkatan terhadap laju korosi. Hal ini dikarenakan semakin meningkat temperatur, Energi partikel yang bereaksi akan meningkat hingga melebihi besarnya biaya pembuatan lalu kecepatan respon (Korosi) akan semakin meningkat, begitu juga yang terjadi sebaliknya [4]

Tabel 3. Morfologi Permukaan Spesimen

Spesimen	Tampak Depan		Tampak Belakang	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
I				
	Tampak samping kiri		Tampak samping kanan	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
				

Spesimen yang dilakukan perendaman selama 24 jam pada temperatur 35°C akan terlihat seperti gambar dibawah, dimana terjadi *pitting corrosion* pada spesimen yang mengakibatkan adanya pori-pori pada permukaan spesimen, hal tersebut diakibatkan oleh korosi yang terjadi karena arus yang bergesekan terus menerus dengan air laut



Gambar 6. Spesimen yang Telah Dilakukan Perendaman 24 Jam

Pada gambar 8 dapat dilihat bahwasanya korosi erosi yang terjadi pada spesimen semakin besar, Dimana pori-pori semakin terlihat lebih jelas dan terlihat permukaannya menjadi terkikis serta terjadi pengikisan yang signifikan pada tepi dari spesimen yang diakibatkan oleh korosi erosi. Sebagian permukaan spesimen terlihat menjadi berwarna coklat yang diakibatkan oleh korosi.



Gambar .7 Spesimen yang Telah Dilakukan Perendaman 72 Jam

Gambar dibawah merupakan waktu pengujian terakhir dimana spesimen mengalami pengikisan yang besar pada permukaan spesimen, Pengikisan yang terjadi pada permukaan spesimen sekitar dan terkikis cukup dalam dikarenakan korosi erosi yang terjadi pada spesimen tersebut dan pengikisan yang terjadi pada tepi spesimen terlihat lebih jelas dan telah merata pada setiap sudut spesimen.



Gambar 8. Spesimen yang Telah Dilakukan Perendaman 120 Jam

Korosi yang terjadi pada rentang waktu yang lebih lama mengalami pengikisan yang lebih besar, mulai dari lubang-lubang kecil dan pengikisan yang diakibatkan korosi tersebut. Temperatur pada pengujian juga sangat mempengaruhi korosi yang terjadi, dimana perendaman yang dilakukan dengan temperatur yang lebih tinggi mengalami pengikisan yang lebih signifikan dibandingkan dengan temperatur yang lebih rendah pada waktu perendaman yang sama.

Laju korosi yang terjadi pada spesimen dipengaruhi oleh temperatur air laut, dimana terlihat dari data pengujian dimana spesimen dengan temperatur perendaman 35°C pada waktu perendaman 120 jam (spesimen I1, I2, I3) memiliki nilai laju korosi paling tinggi dimana I1 bernilai 41,3223 mpy, I2 bernilai 33,5474 mpy dan I3 bernilai 23,1808 mpy

KESIMPULAN

Dari penelitian ini menunjukkan bahwa laju korosi sangat dipengaruhi oleh waktu perendaman, temperatur dan jarak antar spesimen.

1. Pada penelitian yang dilakukan dengan waktu perendaman 24 jam, 72 jam, 120 jam dapat dilihat spesimen yang dilakukan perendaman dengan waktu 120 mengalami proses korosi yang lebih tinggi dibandingkan perendaman spesimen dengan waktu 24 jam maupun 72 jam.

2. Temperatur sangat mempengaruhi proses penelitian dimana perendaman yang dilakukan dengan temperatur yang lebih tinggi memiliki nilai laju korosi dibandingkan dengan perendaman dengan temperatur lebih rendah.

3. Pada penelitian yang dilakukan dengan waktu dan temperatur yang bervariasi memperlihatkan tren yang sama dimana spesimen dengan posisi terdekat dengan sumber arus memiliki nilai laju korosi yang paling besar, begitu juga sebaliknya dimana spesimen dengan posisi terjauh dari sumber arus mengalami nilai laju korosi terkecil pada setiap pengujian,

Korosi yang terjadi pada spesimen yang diuji pada temperatur dan waktu paling lama mengalami pengikisan pada permukaan paling signifikan, mulai dari lubang-lubang kecil, goresan dan permukaan yang terkikis yang diakibatkan oleh laju korosi yang semakin

meningkat, Dimana nilai tertinggi terjadi pada perendaman 120 jam dengan temperatur 35°C yaitu dimana I1 bernilai 41,3223 mpy, I2 bernilai 33,5474 mpy dan I3 bernilai 23,1808 mpy

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Chamberlain and K. Trethewey. 1991. *KOROSI (Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan)*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1991. Jones, A., 1992. *Principle and Prevention of Corrosion*. Maxwell Macmillan International Publishing Group, New F.
- [2] M. G. Fontana, *Corrosion Engineering*. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc, 1987
- [3] Dalimunthe dan Surya Indra. (2004). *Kimia dari Inhibitor Korosi*. e- USU, *Repository*. Universitas Sumatera Utara.
- [4] Fogler, 1992, *Elements of Chemical Reaction Engineering*, 2nd ed, Prentice – Hall International., USA.
- [5] Benjamin D., dan Craig. 2006, *Corrosion Prevention and Control: A Program Management Guide for Selecting Materials by : Advanced Materials, Manufacturing, and Testing Information Analysis Center (AMMTIAC)*
- [6] Djaprie S., 1995, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, ed. 5, hal. 483-510. Erlangga, Jakarta
- [7] Eka Febriyanti, (2008) *Studi Pengaruh Penambahan NaCl (PPM) dan Peningkatan PH Larutan Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Dari Bijih Besi Hematite dan Bijih Besi Laterite*, FT UI