

KAJI EKSPERIMENTAL LAJU KOROSI MATERIAL BAJA ASTM A36 DALAM ALIRAN AIR LAUT

Deni Satria¹⁾ and Edi Septe.S¹⁾

¹⁾Mechanical Engineering, Universitas Bung Hatta
Corresponding Author Email: edi.septe@bunghatta.ac.id

Abstract

The shipping industry is currently still experiencing the same problem, namely the factor of corrosion in the hull, which makes the hull of the ship should be given a coating in order to reduce the corrosion. For this reason, further research is needed on the properties of the materials that will be used as materials for the manufacture of ship hulls. ASTM A36 carbon steel material is known as one of the materials commonly used in ship hull materials. Therefore, researchers conducted a study using ASTM A36 material, to determine the corrosion rate value received by ASTM A36 material with artificial currents and seawater. Tests were carried out for 24 hours, 48 hours, 76 hours, 92 hours, 120 hours. The test results show that the ASTM A36 material at the time of testing was 24 hours, experiencing pitting corrosion, 48 hours, 76 hours, 92 hours, 120 hours experiencing erosion corrosion which erodes the surface of the ASTM A36 material. With the results of this test, it can be seen that ASTM A36 material that is not coated will experience rapid corrosion and aggressive erosion symptoms.

Keyword : ASTM A36, pitting corrosion, erosion corrosion, sea water

1. PENDAHULUAN

Korosi merupakan fenomena alamiah yang terjadi pada material logam, dimana korosi merupakan proses kerusakan material karena reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungannya. Lingkungan tersebut yaitu lingkungan asam, udara, embun, air tawar, air laut, air danau, air sungai dan air tanah. Air laut mempunyai sifat korosif sehubungan dengan kandungan di dalamnya meliputi ion klorida, daya hantar listrik, oksigen, kecepatan aliran, temperatur, fouling, tegangan, pencemaran, silt dan sedimen tersuspensi, deposit yang terbentuk sehingga menyebabkan kerusakan pada plat lambung kapal (Fontana, 1986).

Kapal laut secara langsung akan bersentuhan dengan air laut, dimana air laut dengan kandungan garam mampu mempercepat laju korosi walaupun telah diberi lapisan anti korosi. (Wiludin dan Soepomo, 2013).

2. KAJIAN PUSTAKA

Secara umum korosi dapat digolongkan berdasarkan rupanya, keseragamannya, baik secara mikroskopis maupun makroskopis. Dua jenis mekanisma utama dari korosi adalah berdasarkan reaksi kimia secara langsung, dan reaksi elektrokimia. Korosi dapat terjadi didalam medium kering dan juga medium basah. Sebagai contoh korosi yang berlangsung didalam medium kering adalah

penyerangan logam besi oleh gas oksigen (O₂) atau oleh gas belerang dioksida (SO₂). Didalam medium basah, korosi dapat terjadi secara seragam maupun secara terlokalisasi. (Dalimunte, EIS, 2014).

2.1 Faktor Terjadinya Korosi

Sekian banyak faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi terjadinya proses korosi pada logam, seperti:

1) Temperatur lingkungan

Kenaikan Temperatur akan menyebabkan ekspansi dalam laju korosi. Hal ini terjadi karena semakin tinggi Temperatur, energi aktif partikel yang bereaksi akan bertambah dan melampaui besarnya biaya pembuatan dan selanjutnya laju kecepatan respon (Korosi) juga akan semakin cepat, begitu juga sebaliknya. jalan sekitar. (Fogler, 1992).

2) Kecepatan Arus Dari Fluida

Laju korosi akan meningkat jika laju atau kecepatan aliran cairan meningkat. Ini karena kontak antara reaktan dan logam semakin besar, sehingga semakin banyak partikel logam yang dikirim dan logam akan mengalami rapuh (korosi). (Kirk dan Othmer, 1965)

3) Konsentrasi Yang Bersifat Korosif

Hal ini terkait dengan pH suatu cairan. Susunan asam sangat merusak logam dimana logam dalam susunan asam akan terkikis lebih cepat karena merupakan respon anoda. Sedangkan pengaturan antasida dapat menyebabkan konsumsi pada respon katoda karena respon katoda selalu bersamaan dengan respon anoda. (Djaprie, 1995)

4) Oksigen

Kehadiran oksigen di udara dapat bersentuhan dengan permukaan logam yang basah. Jadi peluang korosi lebih menonjol. Di perairan (iklim

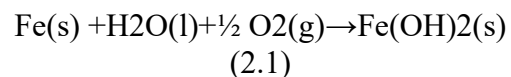
terbuka), keberadaan oksigen menyebabkan korosi. (Djaprie, 1995).

5) Waktu Terjadinya Kontak

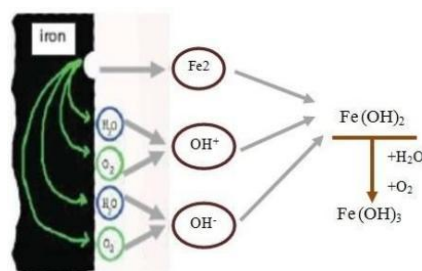
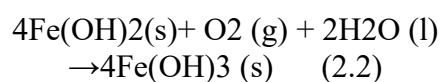
Aktivitas inhibitor diandalkan untuk membuat perlindungan logam dari korosi lebih penting. Dengan bertambahnya inhibitor ke dalam susunan akan menyebabkan tingkat respon menjadi lebih rendah, sehingga peluang berfungsinya inhibitor untuk mengamankan logam menjadi lebih lama. Kemampuan inhibitor untuk melindungi logam dari korosi akan hilang atau habis pada waktu tertentu, hal ini karena semakin ditarik waktu maka akan semakin banyak inhibitor yang diserang oleh susunan tersebut.

2.2 Mekanisme Terjadinya Sel Korosi

Mekanisme korosi yang terjadi pada logam besi (Fe) dijelaskan seperti berikut :



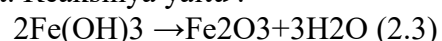
Ferro hidroksida [Fe(OH)₂] merupakan hasil sementara yang bisa teroksidasi secara alami oleh air dan udara menjadi ferro hidroksida [Fe(OH)₃], sehingga terbentuk reaksi :



Gambar 2. Mekanisme terbentuknya Korosi

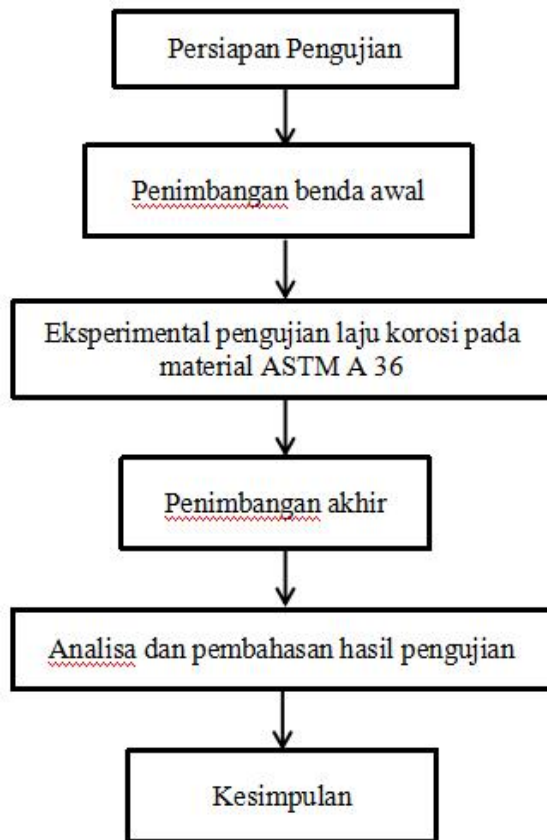
(Sumber: G.Haryono, et all ,2010)

Ferro hidroksida menjadi Fe₂O₃ dengan warna merah coklat yang biasa disebut karat. Reaksinya yaitu :



3. METODOLOGI PENELITIAN

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



A36 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 0,9 cm. Bentuk spesimen dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini



Gambar 3. 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 ditembakkan 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 4. 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, dapat dilihat pada

tabel 2.1
 t : Waktu Pemaparan
 ΔW : Kehilangan Berat (gram)
 D : Densitas spesimen (gr/cm^3)
 A_S : Luas Permukaan (cm^2)

4. HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan selama 15 hari, menggunakan metode kehilangan berat, dimana spesimen digantung dan ditembakkan arus dari pompa pada permukaan spesimen. Didapatkanlah data seperti yang terlihat pada Tabel 1

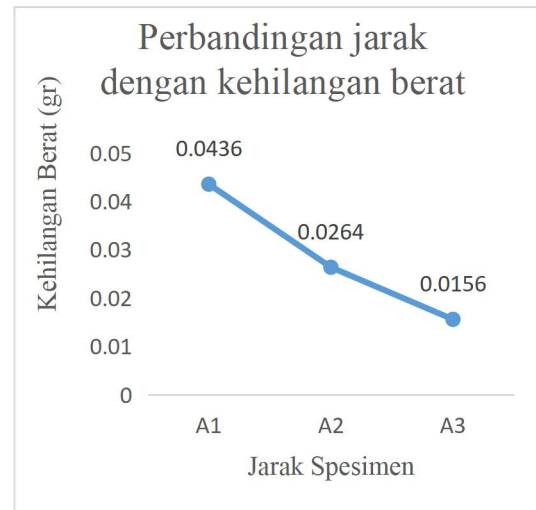
Tabel 1. Data Hasil Pengujian

Spesimen	Berat Awal (gr)	Berat Akhir (gr)	Kehilangan Berat (gr)	Waktu Perendaman (jam)
A1	68,6000	68,5560	0,0436	24
A2	67,8200	67,7936	0,0264	24
A3	66,3500	66,3344	0,0156	24

Berdasarkan data pada tabel hasil pengujian tersebut, A1 merupakan spesimen terdepan, A2 spesimen tengah, A3 spesimen dibelakang, semua spesimen memiliki jenis yang sama yaitu ASTM A36. dapat dilihat bahwasannya terdapat perubahan pada tiap masing-masing pengujian dengan waktu yang berbeda-beda, dimana nilai weight loss dari A1 yang bernilai 0,436 gr sampai E3 yang bernilai 0,3273. dari nilai tersebut kita dapat menyimpulkan bahwasannya semakin lama pengujiannya, maka nilainya juga semakin bertambah.

Untuk masing-masing spesimen kita dapat melihat grafik perbandingan antara jarak dengan kehilangan berat,

seperti pada Grafik 5 yang menunjukkan perbandingan jarak dengan kehilangan berat untuk spesimen A seperti berikut









Gambar 5. Grafik kehilangan berat spesimen A

Pada grafik diatas kita dapat mengetahui bahwa semakin dekat jarak spesimen dengan sumber arus, maka kehilangan berat yang didapatkan juga semakin besar. Mengapa terjadinya kehilangan berat, dikarenakan terkorosi, dimana permukaan spesimen mengalami oksidasi sehingga unsur logam yang terdapat pada permukaan spesimen larut kedalam air laut.

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 (Eka Febriyanti, 2008) Dapat dilihat Morfologi dari permukaan spesimen yang mengalami perendaman dengan waktu yang bervariasi diperlihatkan pada Tabel 2

Tabel 2. Morfologi permukaan spesimen

Spesimen	Tampak Depan	Tampak Belakang
A		
	Tampak samping kiri	Tampak samping kanan
		
	Tampak atas	Tampak bawah
		

Dari data yang didapatkan diolah seperti berikut :

$$CR_{A_1} = \frac{W_1 \times K}{D_1 \times A_{s,1} \times t}$$

$$\Delta W = 0,0436 \text{ gr}$$

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

$$D = 7,86 \text{ gr/cm}^3$$

V = Volume Spesimen Uji

$$V = p.l.t$$

$$V = 4 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} \cdot 0,9 \text{ cm}$$

$$V = 7,2 \text{ cm}^3$$

A_1 = Luas permukaan spesimen A_1 yang kontak dengan air laut

$$A_1 = A_{1,1} + A_{1,2} + A_{1,3} + A_{1,4} + A_{1,5}$$

$$A_{1,1} = p.l = 3,5 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} = 7 \text{ cm}^2$$

$$A_{1,2} = p.l = 3,5 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm} = 7 \text{ cm}^2$$

$$A_{1,3} = p.t = 3,5 \text{ cm} \cdot 0,9 \text{ cm} = 3,15 \text{ cm}^2$$

$$A_{1,4} = p.t = 3,5 \text{ cm} \cdot 0,9 \text{ cm} = 3,15 \text{ cm}^2$$

$$A_{1,5} = l.t = 2 \text{ cm} \cdot 0,9 \text{ cm} = 1,8 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,1} = 22,1 \text{ cm}^2$$

$$CR_{A_1} = \frac{\Delta W \times K}{D \times A_{s,1} \times t}$$

$$= \frac{0,1983 \text{ gr} \times 3,45 \cdot 10^6}{7,86 \text{ gr/cm}^3 \times 22,1 \text{ cm}^2 \times 24 \text{ jam}}$$

$$= \frac{150420}{4168,94}$$

$$= 36,0811 \text{ mpy}$$

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

Spesimen yang sudah dilakukan pengujian selama 24 jam akan terlihat seperti gambar diatas, yang dimana terjadi *pitting corrosion* permukaan spesimen berlubang-lubang dan berpori-pori, lubang tersebut merupakan korosi dari permukaan spesimen yang bergesekan dengan arus air laut, dan ada beberapa lubang yang terlihat seperti pori-pori dan memiliki warna kecoklatan diakibatkan terkikis oleh air laut



Gambar 4.9 spesimen yang telah dilakukan pengujian selama 48 jam

Pada gambar diatas dapat kita lihat bagaimana permukaan spesimen uji setelah pengujian 48 jam, dimana permukaannya mulai pecah-pecah dan bukan hanya lubang-lubang kecil lagi, sudah berbentuk seperti pecahan panjang, hal ini merupakan lanjutan dari *pitting corrosion* memasuki tahap korosi erosi



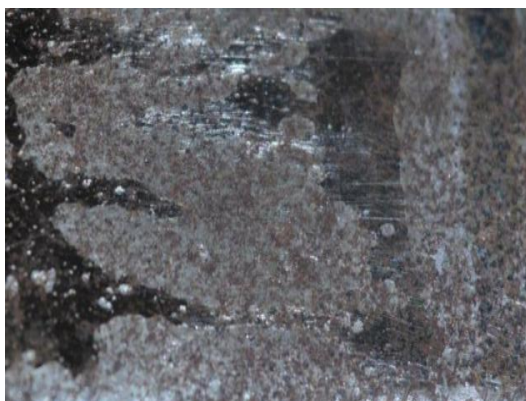
Gambar 4.10 spesimen yang telah dilakukan pengujian selama 72 jam

Pada gambar diatas kita dapat melihat bahwasannya korosi erosi yang terjadi pada spesimen sudah semakin besar, sehingga membuat permukaannya terkikis, dan ada juga beberapa bagian berwarna coklat, dimana permukaannya belum terkikis terlalu besar, korosi yang terjadi sekitar 40%



Gambar 4.11 spesimen yang telah dilakukan pengujian selama 96 jam

Dari gambar diatas dapat kita lihat bahwasannya pada pengujian spesimen selama 96 jam, spesimen mengalami pengikisan akibat korosi erosi, pengikisan sekitar 60% pada permukaannya, yang dimana sudah tidak rata lagi diakibatkan korosi pada spesimen tersebut



Gambar 4.12 spesimen yang telah dilakukan pengujian selama 120 jam

Pada gambar diatas merupakan pengujian terakhir dari uji korosi, yang dimana spesimen mengalami

pengikisan permukaan sekitar 80% dan, terkikis cukup dalam diakibatkan terjadinya korosi erosi pada spesimen tersebut.

Korosi yang terjadi pada spesimen yang diuji dalam rentang waktu yang lebih lama mengalami pengikisan pada permukaannya masing-masing, mulai dari lubang-lubang kecil, goresan dan permukaan yang mulai pecah-pecah, hingga ketinggian pengikisan permukaan yang besar dan dalam, diakibatkan korosi tersebut.

Laju korosi yang terjadi pada spesimen uji dipengaruhi oleh kecepatan aliran air laut pada permukaan spesimen. Hal ini terlihat dari data pengujian dimana spesimen yang mengalami gesekan dengan kecepatan aliran yang lebih tinggi (spesimen A1, B1, C1, D1, E1) dimana A1 memiliki nilai laju korosi 36,0811 *mpy*, B1 bernilai 60,7006 *mpy*, C1 bernilai 64,4853 *mpy*, D1 bernilai 72,7483 *mpy*, E1 bernilai 74,4573 *mpy*

5. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian yang dilakukan 24, 48, 76, 92, 120 jam, dapat melihat spesimen yang lebih lama terpapar air laut akan mengalami korosi lebih besar, dan semakin tinggi tekanan pada pemaparan maka korosinya juga semakin besar. Waktu sangat mempengaruhi dari laju korosi tersebut, dengan kata lain semakin lama kita lakukan pengujian pada spesimen, maka laju korosinya juga akan lebih besar.

Korosi yang terjadi pada spesimen yang diuji dalam rentang waktu yang lebih lama mengalami pengikisan pada permukaannya masing-masing, mulai dari lubang-lubang kecil, goresan dan permukaan yang mulai pecah-pecah, hingga ketinggian pengikisan permukaan yang besar dan dalam, diakibatkan laju korosi yang semakin meningkat dimana A1 memiliki nilai laju korosi 36,0811 *mpy*, B1 bernilai 60,7006 *mpy*, C1 bernilai 64,4853 *mpy*, D1 bernilai 72,7483 *mpy*, E1 bernilai 74,4573 *mp*

DAFTAR PUSTAKA

- Alhakim dan Alfin. (2011) : Pengaruh Inhibitor Korosi Berdasarkan Senyawa Fenolik Untuk Proteksi Pipa Raja Karbon Pada Lingkungan 0.5,1.5, 2.5, 3.5 % NaCl Yang Mengandung Gas CO₂, Skripsi Sarjana Teknik, Universitas Indonesia
- ASTM A36 (2004), Standard specification for carbon structural steel, agencies of the departmen of defense
- A Wiludin dan H Supomo (2013) Analisa Teknis dan Ekonomis Penggunaan ICCP (*Impressed Current Cathodic Protection*) Dibandingkan dengan *Sacrificial Anode* dalam Proses Pencegahan Korosi, Jurnal Teknik ITS
- Budi Utomo, "Jenis Korosi Dan Penanggulangannya," Kapal : Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan, vol. 6, no. 2, pp. 138-141, Mar. 2012.
- Bunga Prameswari , 2008, Studi Efektifitas Lapis Galvanis Terhadap Ketahanan Korosi Pipa Baja ASTM A53 Di Dalam Tanah (*Underground Pipe*) FT UI
- Dalimunthe dan Surya Indra. (2004). Kimia dari Inhibitor Korosi. e-USU, *Repository*. Universitas Sumatera Utara.
- Djaprie S ., 1995, Ilmu dan Teknologi Bahan , ed. 5, hal. 483-510. Erlangga, Jakarta
- Dhadang Wahyu & Teuku Nanda, S.S . (2012) Teknologi Sediaan Farmasi.Purwokerto: Laboratorium Farmasetika Unsoed
- 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
- Fogler, 1992, *Elements of Chemical Reaction Engginering* , 2nd ed, Prentice – Hall International. Inc, USA.
- Fontana, M.G. (1986) *Corrosion Engineering. 3rd Edition, McGraw-Hill, New York.*
- Sunandrio, Hadi dan Novita Sari, Laili (2011) Serangan Korosi Sumuran (*Pitting Corrosion*) Pada Roll Bearing Pipa Distribusi (*Pitting Corrosion Damage At Roll Bearing Of Distribution Pipe*). Jurnal Teknik & Ilmu Komputer
- Jones (1992) *Carbon Steel Corrosion In The Atmosphere, Cooling Water Systems, And Hot Water. New York : Macmillan Publishing Company.*
- Jones, Denny. (1996). *Principles and Prevention of Corrosion. New York: Macmillan Publishing Company.*
- Kirk and Othmer, 1965, *Encyclopedia of Chemical Technology, 2nd ed., Vol.6, p. 320, John Willey and Sons, New York.*
- Muhammad Hari Suprpto, Edi Septe dan Mulyanef. 2019. Pengaruh Kecepatan Aliran Fluida Terhadap Laju Korosi Pipa Galvanis JIS G3444-ANMAN, Jurnal Teknik Mesin Universitas Bung Hatta. 14(2)
- Ray Adam Baihaqi, Herman Pratikno, dan Yoyok Setyo Hadiwidodo (2019) Analisis Sour Corrosion pada Baja ASTM A36 Akibat Pengaruh Asam Sulfat dengan Variasi Temperatur dan Waktu Perendaman di Lingkungan Laut Departemen Teknik Kelautan, Institute Teknologi Sepuluh November