

# Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja A36 pada Pengelasan SMAW

Satria Nova M.K., M. Nurul Misbah

Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: mnmisbah@na.its.ac.id

**Abstrak**—Korosi merupakan masalah serius yang terjadi pada logam karena bisa mengurangi nilai ekonomis dari logam tersebut. Korosi pada baja kapal dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti kadar salinitas dan suhu air laut. Tulisan ini membahas hasil penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh salinitas dan suhu air laut terhadap laju korosi baja kapal A36 pada pengelasan SMAW menggunakan pengujian sel tiga elektroda. Elektroda yang digunakan adalah AWS A5.1 E6013. Suhu yang digunakan adalah 7°C, 17°C, 27°C. Salinitas yang digunakan adalah 32‰, 35‰ dan 38‰. Hasil pengujian menunjukkan jika semakin besar suhu dan salinitas, maka semakin besar pula laju korosinya. Korosi terbesar terjadi pada salinitas 38‰ dengan suhu 27°C yaitu sebesar 0,5616 mmpy. Penambahan laju korosi setiap kenaikan suhu 10°C sebesar 0,2052 mmpy. Sedangkan penambahan laju korosi setiap kenaikan salinitas 3‰ sebesar 0,0415 mmpy.

**Kata Kunci**—laju korosi, A36, SMAW, salinitas, suhu

## I. PENDAHULUAN

KOROSI adalah serangan yang bersifat merusak pada suatu logam oleh reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungannya[1]. Pada konstruksi yang terbuat dari logam maupun non logam, korosi dapat menimbulkan kerugian biaya yang sangat besar. Pada baja kapal, kerugian teknis yang akan dialami akibat terjadinya korosi adalah berkurangnya kecepatan kapal, menurunnya *fatigue life*, *tensile strength* dan berkurangnya sifat mekanis material lainnya[2].

Ada dua aspek penting yang mempengaruhi proses korosi yaitu logam dan lingkungannya. Dari sisi logam yang mempengaruhi adalah komposisi kimia dan elektroda las yang digunakan. Sedangkan dari segi lingkungan, beberapa aspek yang berpengaruh adalah kadar garam (salinitas) dan temperatur[3]. Air laut memiliki kandungan garam sebesar 3-4% yang setara dengan salinitas 30 – 40 ‰[4]. Sedangkan suhu permukannya berkisar antara 0 – 30°C[5].

A36 merupakan baja yang sering digunakan dalam proses pembangunan kapal. Sedangkan pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) merupakan salah satu metode pengelasan yang sering digunakan dalam proses penyambungan logam.[6]

Tulisan ini melaporkan hasil pengujian menggunakan sel tiga elektroda dengan bantuan software NOVA untuk mengetahui pengaruh salinitas dan suhu air laut terhadap laju korosi baja kapal A36 pada pengelasan SMAW.

## II. METODE

Pada penelitian ini bahan-bahan dan peralatan yang dibutuhkan diantaranya: Baja A36 yang dilas menggunakan elektroda AWS A5.1 E6013, larutan NaCl dan seperangkat alat sel tiga elektroda yang digunakan untuk pengujian korosi.

Pengelasan dilakukan dengan mengikuti WPS (*Welding Procedure Specification*) yang telah dibuat menggunakan proses pengelasan SMAW. Material uji dipotong pada daerah las-lasan untuk kemudian diuji dan dihitung sesuai ASTM G-102.

Pengujian menggunakan sel tiga elektroda dengan bantuan alat autolab potensiostat dan software NOVA[7]. Variasi salinitas yang digunakan adalah 32‰, 35‰ dan 38‰. Sedangkan variasi suhu yang digunakan adalah 7°C, 17°C, 27°C. Pembuatan larutan dengan salinitas yang berbeda-beda dilakukan dengan mencampurkan NaCl dalam air. Misalnya, untuk membuat larutan dengan salinitas 35‰ bisa dilakukan dengan mencampur 35 gram NaCl dalam 1 kg air.

Dari hasil pengujian diperoleh grafik tafel yang akan menunjukkan nilai rapat arus korosi ( $i_{kor}$ ). Nilai inilah yang nantinya dimasukkan untuk menghitung laju korosi sesuai ketentuan ASTM G1-90 yang didasarkan pada rumus hukum Faraday sebagai berikut[8]:

$$\text{Laju Korosi} = k \frac{aI}{nD} \quad (1)$$

dimana: Laju korosi dengan satuan mm/year atau mmpy

a = berat atom logam yang terkorosi (gram / mol)

i =  $i_{kor}$  = kerapatan arus ( $\mu\text{A} / \text{cm}^2$ )

k = konstanta (0.129 untuk satuan mpy dan 0.00327 untuk satuan mmpy)

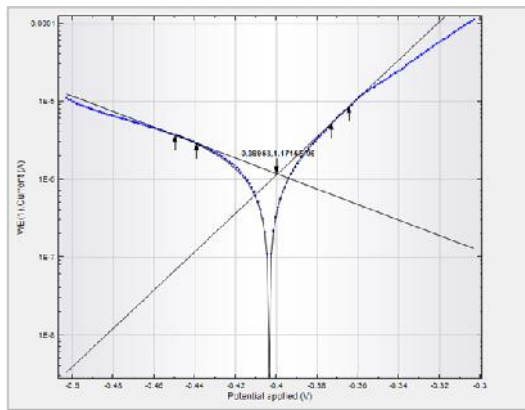
n = jumlah elektron yang dilepas pada logam terkorosi

D = massa jenis logam terkorosi ( $\text{gram} / \text{cm}^3$ )

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian

Hasil yang didapat dari pengujian sel tiga elektroda adalah grafik tafel. Grafik inilah yang nantinya digunakan sebagai acuan untuk menghitung laju korosi.



Gambar 1. Grafik Tafel

Gambar 1 menunjukkan grafik tafel yang terbentuk setelah dilakukan pengujian korosi menggunakan autolab potensiostat dengan bantuan software NOVA. Dari grafik tersebut di dapatkan nilai rapat arus korosi ( $i_{kor}$ ) yang kemudian dimasukkan ke dalam persamaan 1 untuk mengetahui nilai laju korosinya. Hasil perhitungan disajikan dalam tabel berikut:

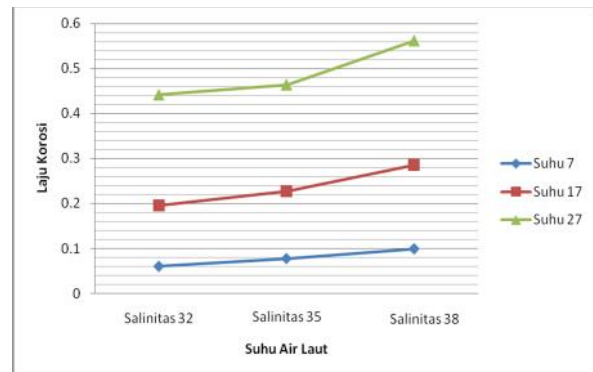
Tabel 1. Laju Korosi

Salinitas (‰)	Suhu (°C)	Kerapatan Arus ( $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ )	Laju Korosi (mm/year)
32	7	5,1713	0.0600
	17	16,8113	0.1953
	27	38,0283	0.4418
35	7	6,6564	0.0773
	17	19,5423	0.2270
	27	39,9506	0.4641
38	7	8,5043	0.0988
	17	24,6116	0.2859
	27	48,3426	0.5616

Tabel 1. menyajikan data perhitungan laju korosi menggunakan perhitungan hukum Faraday. Dari tabel tersebut dapat diketahui laju korosi semakin bertambah seiring pertambahan kadar salinitas dan suhu larutan.

B. Analisa Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut

Untuk menjelaskan pengaruh kadar salinitas dan suhu air laut terhadap laju korosi maka dilakukan analisa lebih lanjut dari tabel nilai laju korosi yang telah didapat. Gambar 2 menyajikan grafik laju korosi berdasarkan kadar salinitas air laut.



Gambar 2. Laju Korosi Berdasarkan Salinitas

Dari gambar 2 dapat diketahui jika kadar salinitas laut berpengaruh terhadap laju korosi baja A36. Semakin tinggi salinitasnya, maka semakin tinggi laju korosinya.

Korosi merupakan proses oksidasi sebuah logam dengan udara atau elektrolit lainnya, dimana udara atau elektrolit akan mengalami reduksi. Senyawa di alam ini yang termasuk larutan elektrolit adalah air hujan yang bersifat asam atau air laut yang mengandung garam. Garam sendiri merupakan senyawa kimia yang bersifat pengoksidasi ataupun bersifat pereduksi, sehingga otomatis tingkatan kadar garamnya jika semakin besar akan mempercepat laju korosi.

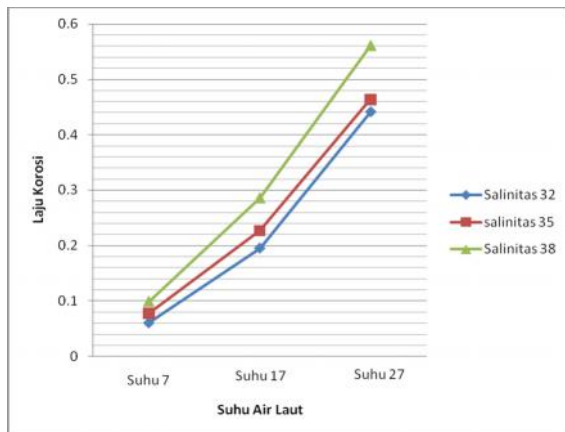
Namun demikian, berdasarkan teori pasivitas, pada kadar garam tertentu yaitu dengan kadar garam yang tinggi laju korosi akan menurun. Pasivitas adalah proses pengurangan daya reaktivitas suatu elemen korosi atau dapat juga disebut sebagai contoh logam terhadap kondisi lingkungan tertentu. Kondisi dimana laju korosi menurun pada kadar garam tertentu dinamakan kondisi pasif sehingga larutan garam selain bisa bersifat sebagai katalisator (pemicu/pemercepat) juga bisa bersifat sebagai inhibitor[9].

Namun, untuk ukuran perairan di dunia, secara umum dapat disimpulkan jika semakin besar kadar salinitas air laut semakin besar pula laju korosinya. Hal ini karena kadar salinitas di perairan di dunia, yang umumnya dilalui kapal memiliki kadar garam sekitar 3% - 4%.

Jika dikonversikan dalam kondisi sebenarnya, maka perairan yang memiliki kadar salinitas lebih tinggi bisa menyebabkan korosi yang lebih besar pada kapal berbahan dasar baja A36 yang berlayar di sana. Untuk itu, ada baiknya memperhitungkan ketebalan plat lambung yang akan digunakan dengan melihat salinitas air laut di daerah yang nantinya akan menjadi rute pelayaran kapal yang akan dibangun.

Dalam penelitian ini dapat diketahui untuk setiap penambahan salinitas sebesar 3‰ maka laju korosi rata-rata bertambah sebesar 0,0415 mmpy.

Gambar 3 menyajikan grafik laju korosi berdasarkan suhu air laut. Dari grafik tersebut dapat diketahui jika suhu berpengaruh terhadap laju korosi. Semakin tinggi suhu maka semakin tinggi laju korosinya.



Gambar 3. Laju Korosi Berdasarkan Suhu

Peristiwa korosi sendiri merupakan proses elektrokimia, yaitu proses (perubahan/reaksi kimia) yang melibatkan adanya aliran listrik. Logam besi tidaklah murni, melainkan mengandung campuran karbon yang menyebar secara tidak merata dalam logam tersebut. Akibatnya menimbulkan perbedaan potensial listrik antara atom logam dengan atom karbon (C). Atom logam besi (Fe) bertindak sebagai anode dan atom C sebagai katode. Oksigen dari udara yang larut dalam air akan tereduksi, sedangkan air sendiri berfungsi sebagai media tempat berlangsungnya reaksi redoks pada peristiwa korosi. Elektron mengalir dari anoda ke katoda, sehingga terjadilah peristiwa korosi.

Proses terjadinya korosi ini dipengaruhi oleh suhu elektrolit. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya temperatur maka meningkat pula energi kinetik partikel sehingga kemungkinan terjadinya tumbukan efektif pada reaksi redoks semakin besar. Dengan demikian laju korosi pada logam semakin meningkat. Efek korosi yang disebabkan oleh pengaruh temperatur dapat dilihat pada perkakas-perkakas atau mesin-mesin yang dalam pemakaiannya menimbulkan panas akibat gesekan (seperti *cutting tools*) atau dikenai panas secara langsung (seperti mesin kendaraan bermotor).

Jika dikonversikan dalam kondisi sebenarnya, maka daerah tropis yang memiliki suhu air laut lebih panas bisa menyebabkan korosi yang lebih besar pada kapal berbahan dasar baja A36 yang berlayar di sana. Untuk itu, ada baiknya memperhitungkan ketebalan plat lambung yang akan digunakan dengan melihat suhu air laut di daerah yang nantinya akan menjadi rute pelayaran kapal yang akan dibangun.

Dalam penelitian ini diketahui untuk setiap penambahan suhu sebesar 10°C maka laju korosi rata-rata bertambah sebesar 0,2052 mmpy.

#### IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengkonfirmasi dan membuktikan pengaruh kadar salinitas dan suhu air laut terhadap laju korosi. Semakin tinggi salinitas maupun suhu, semakin tinggi juga laju korosinya. Korosi tertinggi terjadi pada salinitas 38<sup>0</sup>/<sub>00</sub> dengan suhu 27<sup>0</sup>C sebesar 0,5616 mmpy. Untuk setiap penambahan salinitas sebesar 3<sup>0</sup>/<sub>00</sub> maka laju korosi rata-rata bertambah sebesar 0,0415 mmpy. Sedangkan untuk penambahan suhu sebesar 10<sup>0</sup>C maka laju korosi rata-rata bertambah sebesar 0,2052 mmpy.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang turut serta dalam membantu dan mendukung penelitian baik berupa moril maupun materiil.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Trethewey, K.R dan Chamberlain, J. "Korosi untuk Mahasiswa dan Rekayasawan". Jakarta: PT. Gramedia Pustaka, (1991).
- [2] Whidarto, Sri. "Petunjuk Kerja Las". Jakarta: Pradnya Paramita, (1987).
- [3] Fontana, M.G. "Corrosion Engineering". New York: McGraw-Hikll Book Company, (1994).
- [4] [Http://id.wikipedia.org/wiki/salinitas](http://id.wikipedia.org/wiki/salinitas) (diakses tanggal 12 Maret 2012)
- [5] Hutabarat, Evans, "Kunci Identifikasi Plankton". Jakarta: Universitas Indonesia, (1986).
- [6] Sunaryo, Heri. "Teknik Pengelasan Kapal". Jakarta: Dinas Pendidikan Nasional, (2008).
- [7] ASTM (American Standart for Testing and Material). "ASTM G102 – 89 Corrosion Rate Calculation". Amerika: ASTM International, (2002).
- [8] ASTM (American Standart for Testing and Material). "ASTM G1-90 vol 3.2 Faraday Law" Amerika: ASTM International, (2002).
- [9] Sulistioso, G.S, M.Ihsan, Komarudin "Analisis Korosi Dari SS 440C Pada Media Air Tawar dan Laut" Jurnal Puslitbang Iptek Bahan (P3IB) Batan, (2004) 7-11.