

PENGARUH VARIASI SALINITAS AIR LAUT TERHADAP LAJU KOROSI ALUMINIUM 5083 SEBAGAI MATERIAL LAMBUNG KAPAL

Rikky Leonard¹⁾, Ahmad Iqbal Erlambang²⁾, Imaniah Sriwijayasih³⁾, dan Dianita Wardani⁴⁾

^{1,2,3}Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

⁴Sains and Technology, National Taiwan University

E-mail: rikkyleonard@ppns.ac.id

Abstract

This research analyzes the corrosion rate of Aluminum 5083 material under varying seawater salinity concentrations relevant to Indonesian waters conditions. Indonesia has a high dependence on marine transportation with unique corrosion challenges, and although Aluminum 5083 offers an ideal combination of mechanical strength, lightweight properties, and good corrosion resistance, this material remains susceptible to chloride ion attacks in seawater that can damage its passive oxide layer. Therefore, an experimental study was conducted using polarization methods with corrosion current (I_{corr}) data analysis to investigate corrosion behavior at various salinity levels of 30, 35, and 40 ppt representing Indonesian water conditions up to high salinity conditions in ship structural crevices. The results show that increasing seawater salinity concentration is directly proportional to the increase in Aluminum 5083 corrosion rate, ranging from 3.35×10^{-5} to 14.95×10^{-5} mmpy. Polarization analysis demonstrates a shift in corrosion potential toward more negative values and an increase in corrosion current density with increasing salinity, indicating acceleration of the corrosion process due to increased chloride ion aggressiveness. Therefore, a comprehensive understanding of the relationship between salinity concentration and corrosion rate can provide important contributions as a scientific foundation for developing more effective corrosion protection strategies for Aluminum 5083 ships in Indonesian waters.

Keywords: *Aluminum 5083, crevice corrosion, seawater salinity, ship hull construction, corrosion rate, Indonesian waters*

PENDAHULUAN

Industri maritim global terus mengalami perkembangan signifikan dalam mencari material alternatif untuk konstruksi lambung kapal yang memiliki keunggulan dalam hal bobot, kekuatan, dan ketahanan korosi. Aluminium 5083, sebagai paduan aluminium-magnesium dengan kandungan magnesium 4.0-4.9%, telah menjadi salah satu material pilihan utama untuk aplikasi maritim, khususnya pada konstruksi lambung kapal. Material ini menawarkan kombinasi ideal antara kekuatan mekanis yang baik, bobot yang relatif ringan (sekitar sepertiga dari baja), ketahanan korosi yang superior, serta kemampuan pengelasan dan pembentukan yang memadai (Ahmad, 2006).

Korosi pada lambung kapal, terutama fenomena korosi celah (*crevice corrosion*), menjadi permasalahan serius yang berpotensi merusak integritas struktural kapal. Pada material aluminium 5083, meskipun memiliki ketahanan korosi yang baik berkat lapisan oksida pasif yang terbentuk secara alami (Al_2O_3), kondisi salinitas tinggi dapat mengakibatkan kerusakan

lapisan pelindung ini (Davis, 2000). Ion klorida (Cl^-) dalam air laut memiliki kemampuan penetrasi yang tinggi terhadap lapisan oksida aluminium, mengakibatkan inisiasi korosi lokal yang dapat berkembang menjadi korosi sumuran (pitting corrosion) atau korosi celah (Liao & Wei, 1999).

Studi tentang perilaku korosi aluminium 5083 pada berbagai tingkat salinitas menjadi sangat relevan mengingat material ini semakin luas digunakan dalam industri perkapalan Indonesia (Trethewey & Chamberlain, 1995). baik untuk kapal penumpang, kapal patroli, maupun kapal cepat militer. Perbedaan konsentrasi salinitas yang ditemui di berbagai perairan Indonesia, serta fenomena peningkatan salinitas lokal pada celah dan retakan, memiliki implikasi langsung terhadap laju korosi dan umur pakai struktur kapal berbahan aluminium 5083.

Pemahaman komprehensif tentang hubungan antara variasi konsentrasi salinitas dan laju korosi aluminium 5083 akan memberikan landasan ilmiah untuk pengembangan strategi perlindungan korosi yang lebih efektif. Hal ini mencakup formulasi coating yang optimal, desain sistem proteksi katodik yang sesuai, serta protokol inspeksi dan pemeliharaan yang mempertimbangkan karakteristik korosi spesifik material pada berbagai lingkungan salinitas (Revie & Uhlig, 2008).

Dari perspektif ekonomi, pengurangan laju korosi pada lambung kapal berbahan aluminium 5083 berpotensi menghasilkan penghematan biaya signifikan terkait pemeliharaan dan perpanjangan umur pakai kapal. Sementara dari aspek keselamatan, pemahaman yang lebih baik tentang perilaku korosi material ini pada berbagai kondisi salinitas akan berkontribusi pada peningkatan keandalan struktur dan keselamatan operasional kapal (Féron, 2012).

Penelitian tentang analisa laju korosi material aluminium 5083 pada variasi konsentrasi salinitas air laut juga sejalan dengan upaya pengembangan industri galangan kapal nasional dan peningkatan kemandirian teknologi maritim Indonesia (Jones, 2017). Dengan karakteristik geografis sebagai negara kepulauan, penguasaan teknologi material dan perlindungan korosi menjadi aspek strategis dalam mendukung visi Indonesia sebagai poros maritim dunia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan plat Aluminium 5083 (100x100x6 mm) yang direndam selama 14 hari dalam media air laut buatan dengan variasi salinitas 30, 35, dan 40 ppt. Peningkatan salinitas dilakukan dengan metode kristalisasi es. Pengujian laju korosi dilakukan

menggunakan metode polarisasi elektrokimia (Potensiostat Autolab PGSTAT128N dengan software NOVA) berdasarkan standar ASTM G102-89.

Tahap I :

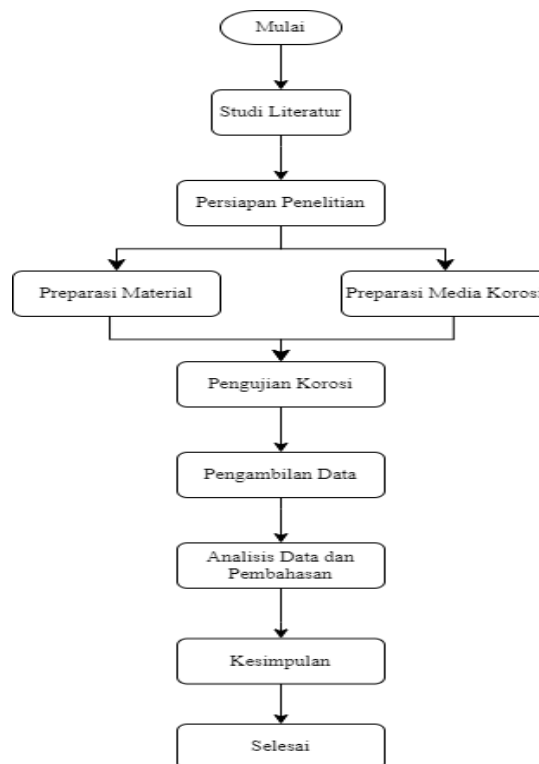
- Preparasi material dan media korosi

Tahap II :

- Pengujian polarisasi elektrokimia

Tahap III :

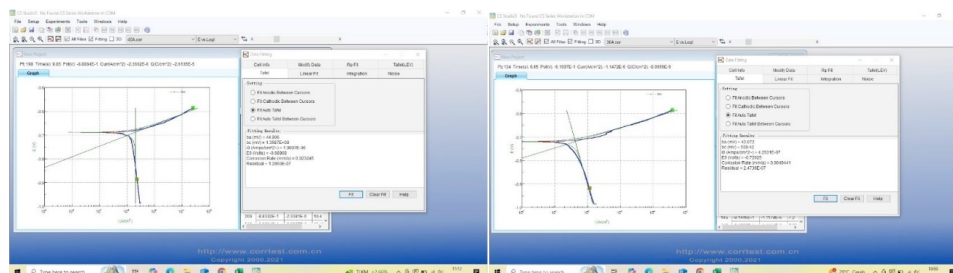
- Analisis data dan pembahasan

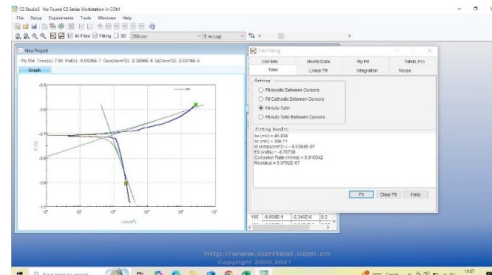


Gambar 1. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh variasi salinitas (30, 35, 40 ppt) terhadap laju korosi Aluminium 5083. Identifikasi variasi salinitas dengan laju korosi (30, 35, 40 ppt).





Gambar 2. Gambar Tabel Pada Variasi Salinitas Air Laut 30 ppt, 35 ppt dan 40 ppt

Gambar Tabel menunjukkan hubungan potensial yang ada pada sumbu y yang dinyatakan sebagai E (volt) dan sumbu x dinyatakan sebagai I corr serta dapat memperoleh nilai laju korosi dari persamaan yang digunakan. I corr atau kerapatan arus merupakan perbandingan antara arus terhadap luas penampang dan berkaitan langsung dengan nilai laju korosi (Debrita, 2017). Tabel 1 menunjukkan bahwa material mengalami serangan korosi pada waktu percobaan yang sama, seperti yang ditunjukkan dengan adanya I corr atau kerapatan arus yang terdeteksi.

Sampel 1 Diketahui: $K = 2.18 \times 10^{-2} \text{ mm g}/\mu\text{A cm yr}$ $I_{\text{corr}} = 4,2531 \times 10^{-7}$ $P = 2,66 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ $EW = 8.99 \text{ g/mol}$ Maka: $CR = \frac{K \cdot I_{\text{corr}} \cdot EW}{P}$ $CR = \frac{(2.18 \times 10^{-2}) \cdot 4,2531 \times 10^{-7} \cdot (8.99)}{2,66}$ $CR = 3,09 \times 10^{-5}$	Sampel 4 Diketahui: $K = 2.18 \times 10^{-2} \text{ mm g}/\mu\text{A cm yr}$ $I_{\text{corr}} = 8,6384 \times 10^{-7}$ $P = 2,66 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ $EW = 8.99 \text{ g/mol}$ Maka: $CR = \frac{K \cdot I_{\text{corr}} \cdot EW}{P}$ $CR = \frac{(2.18 \times 10^{-2}) \cdot 8,6384 \times 10^{-7} \cdot (8.99)}{2,66}$ $CR = 6.28 \times 10^{-5}$	Sampel 7 Diketahui: $K = 2.18 \times 10^{-2} \text{ mm g}/\mu\text{A cm yr}$ $I_{\text{corr}} = 1,9997 \times 10^{-6}$ $P = 2,66 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ $EW = 8.99 \text{ g/mol}$ Maka: $CR = \frac{K \cdot I_{\text{corr}} \cdot EW}{P}$ $CR = \frac{(2.18 \times 10^{-2}) \cdot 1,9997 \times 10^{-6} \cdot (8.99)}{2,66}$ $CR = 14.54 \times 10^{-5}$
---	---	--

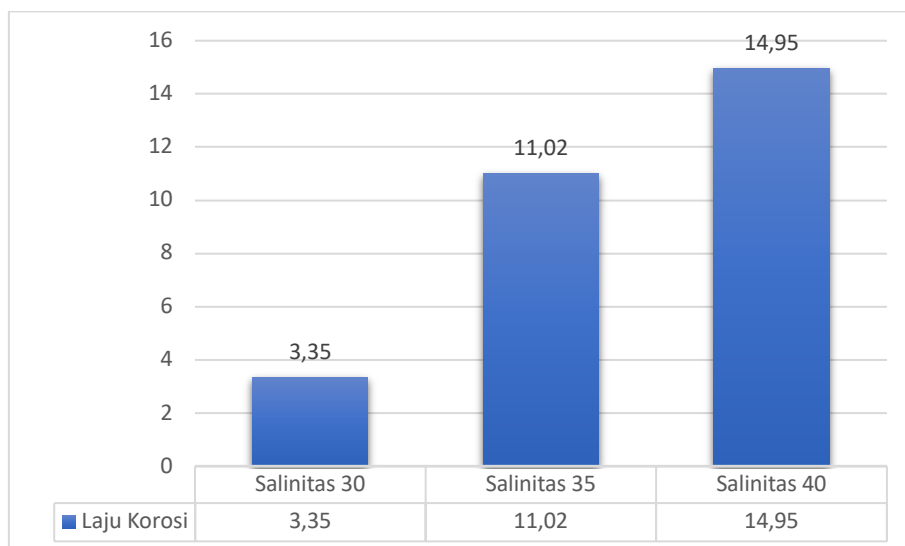
Tabel 1. Perhitungan Laju Korosi

Perhitungan laju korosi dilakukan berdasarkan nilai Icorr yang diperoleh dari software NOVA. Rumus yang digunakan mengacu pada standar ASTM G102-89: $CR = (K \times I_{\text{corr}} \times EW) / \rho$.

Sampel	Variasi Salinitas Air laut	I corr (A/cm ²)	E corr (V)	Laju Korosi (mmpy)	Rata-Rata Laju Korosi (mmpy)
1	30	$4,2531 \times 10^{-7}$	-0,72	$3,09 \times 10^{-5}$	$3,35 \times 10^{-5}$
2		$3,8861 \times 10^{-7}$	-0,71	$2,83 \times 10^{-5}$	
3		$5,5656 \times 10^{-7}$	-0,73	$4,12 \times 10^{-5}$	
4	35	$8,6384 \times 10^{-7}$	-0,71	$6,28 \times 10^{-5}$	$11,02 \times 10^{-5}$
5		$1,7905 \times 10^{-6}$	-0,68	$13,02 \times 10^{-5}$	
6		$1,8926 \times 10^{-6}$	-0,71	$13,76 \times 10^{-5}$	
7	40	$1,9997 \times 10^{-6}$	-0,70	$14,54 \times 10^{-5}$	$14,95 \times 10^{-5}$
8		$2,0198 \times 10^{-6}$	-0,70	$14,69 \times 10^{-5}$	
9		$2,1472 \times 10^{-6}$	-0,70	$15,61 \times 10^{-5}$	

Gambar 3. Hasil Uji Laju Korosi

Diketahui bahwa pengujian laju korosi plat aluminum 5083 pada setiap sampelnya diperoleh nilai-nilai berupa I corr, E corr, dan laju korosi dengan nilai yang bervariasi setiap variasinya. Nilai laju korosi dapat ditentukan oleh hasil pembagian nilai I corr dengan luas permukaan sampel, nilai E corr tidak dapat digunakan dalam menentukan nilai laju korosi pada material logam dalam lingkungan tertentu, tetapi nilai E corr dapat menjadi pertimbangan dalam melihat kecenderungan proses korosi yang terjadi (Aryanto, 2022). Nilai rata-rata laju korosi yang diperoleh pada setiap variasi salinitas air laut 30, 35, dan 40 ppt secara berturut-turut adalah $3,35 \times 10^{-5}$, $11,02 \times 10^{-5}$, dan $14,95 \times 10^{-5}$ mmpy. Sehingga dapat diketahui bahwa nilai laju korosi pada sampel semakin meningkat seiring dengan penambahan kadar salinitas air laut.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Laju Korosi Plat Aluminum 5083 terhadap Variasi Salinitas Air Laut

Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan salinitas air laut secara signifikan mempengaruhi laju korosi aluminum 5083, dengan kenaikan dari 30 ppt ke 35 ppt

menyebabkan peningkatan laju korosi sebesar 229% (dari $3,35 \times 10^{-5}$ mmpy menjadi $11,02 \times 10^{-5}$ mmpy) dan peningkatan dari 35 ppt ke 40 ppt sebesar 36% (menjadi $14,95 \times 10^{-5}$ mmpy), yang disebabkan oleh ion klorida (Cl^-) yang merusak lapisan oksida pelindung (Al_2O_3) dan menciptakan sel korosi lokal, dengan ambang batas kritis terjadi pada transisi 30-35 ppt sehingga aplikasi marine pada salinitas tinggi memerlukan perlindungan tambahan seperti coating atau proteksi katodik.

SIMPULAN

Peningkatan konsentrasi salinitas air laut berbanding lurus dengan peningkatan laju korosi material Aluminium 5083. Laju korosi rata rata yang diperoleh adalah $3,35 \times 10^{-5}$ mmpy (30 ppt), $11,02 \times 10^{-5}$ mmpy (35 ppt), dan $14,95 \times 10^{-5}$ mmpy (40 ppt). Peningkatan ini disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi ion klorida (Cl^-) yang merusak lapisan pasif aluminium oksida (Al_2O_3) pada permukaan material.

Konsentrasi Salinitas dengan Laju Korosi Tertinggi: Material Aluminium 5083 mengalami laju korosi paling tinggi pada konsentrasi salinitas 40 ppt dengan nilai $14,95 \times 10^{-5}$ mmpy, menunjukkan peningkatan sekitar 4,5 kali lipat dibandingkan dengan salinitas 30 ppt.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Z. (2006). Principles of Corrosion Engineering and Corrosion Control. Butterworth-Heinemann.
- ASM International. (2018). Aluminum and Aluminum Alloys. ASM Handbook Vol. 2.
- ASTM G1-03. (2017). Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens. ASTM International.
- ASTM G5-14. (2014). Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurements. ASTM International.
- ASTM G31-12a. (2012). Standard Guide for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals. ASTM International.
- ASTM G102-89. (2015). Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements. ASTM International.
- ASTM D1141-98. (2013). Standard Practice for the Preparation of Substitute Ocean Water. ASTM International.
- Debrita, S. A. (2017). Analisis laju korosi pada baja karbon dengan metode kehilangan berat dan polarisasi. Jurnal Teknik Mesin, 6(2), 89–95.
- Davis, J. R. (2000). Aluminum and Aluminum Alloys. ASM International.
- Féron, D. (2012). Korosi Baja Tahan Karat di Lingkungan Laut: Pengujian, Pemilihan, Pengalaman, Perlindungan dan Pemantauan. Woodhead Publishing.
- Jones, D.A. (2017). Prinsip dan Pencegahan Korosi. Pearson.
- Liao, C.M., & Wei, R.P. (1999). Pengkopelan galvanik paduan model aluminium—dasar untuk memahami korosi sumuran yang diinduksi partikel pada paduan aluminium. Electrochimica Acta, 45(6), 881–888.

- Revie, R.W., & Uhlig, H.H. (2008). Corrosion and Corrosion Control: An Introduction to Corrosion Science and Engineering. Wiley-Interscience.
- Trethewey, K.R., & Chamberlain, J. (1995). Korosi untuk Mahasiswa dan Rekayasawan. PT Gramedia Pustaka Utama.