

ANALISIS LAJU PENGAUSAN PERLINDUNGAN ZINK ANODA PADA KAPAL TERHADAP LAJU KOROSI

Sonja T. A. Lekatompessy¹

¹ Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Pattimura, Ambon 97233

E-mail: sonja.lekatompessy@gmail.com

Abstrak Korosi pada kapal merupakan salah satu masalah penting. Laju pengausan pada zink anoda adalah salah satu masalah yang ditinjau karena berhubungan langsung dengan efisiensi kerja dari zink anoda yang dapat mereduksi laju korosi. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis seberapa besar laju korosi yang terjadi dengan membandingkan laju pengausan zink anoda terpasang pada kapal dan hasil perhitungan secara teoritis sehingga dapat diketahui perubahan laju korosi yang diakibatkannya. Data laju pengausan zink anoda terpasang diambil dari data 3 kapal dalam 5 tahun terakhir. Selain itu diperlukan data zink anoda setiap tahun. Hasil penelitian ini, pada kapal ke-1 laju pengausan cenderung tetap sebesar $19 \text{ m}^3 \cdot 10^{-3}$ terjadi penurunan laju korosi mencapai $0,0317 \text{ mm/tahun}$ pada tahun ke-5. Pada kapal ke-2 dan pada tahun ke 5 naik menjadi $0,0735 \text{ mm/tahun}$. Pada kapal ke-3 laju pengausan cenderung tetap hingga tahun ke-3 sebesar $22,23 \text{ m}^3 \cdot 10^{-3}$ dan naik pada tahun ke-4 dan ke-5 hingga $23,27 \text{ m}^3 \cdot 10^{-3}$ terjadi penurunan laju korosi mencapai $0,0388 \text{ mm/tahun}$ pada tahun ke-5.

Kata kunci: Zink anoda, laju korosi

Abstract Corrosion of the ship is one of the important problems. The rate of discharge on the zinc anodes is one of the problems reviewed because it is directly related to the working efficiency of the zinc anodes which can reduce the corrosion rate. The purpose of this study is to analyze how much corrosion rate occurs by comparing the anode zinc extraction rate attached to the ships and the theoretical calculation results so that it can be known the change in the resulting corrosion rate. Data on the rate of ignition of the installed zinc anodes are taken from the data of 3 ships in the last 5 years. In addition, zinc anodes data is required every year. The results of this study, on the 1st ship, the wear rate tends to remain at $19 \text{ m}^3 \cdot 10^{-3}$, there is a decrease in the corrosion rate reaching 0.0317 mm/year in the 5th year. On the 2nd ship, the wear rate tends to decrease at $14,62 \text{ m}^3 \cdot 10^{-3}$, there is a decrease in the corrosion rate reaching 0.0245 mm/year and the 5th year it increases to 0.0735 mm/year . On the 3rd ship the wear rate tends to remain until the 3rd year by $22.23 \text{ m}^3 \cdot 10^{-3}$ and rises in the 4th and 5th years to $23.27 \text{ m}^3 \cdot 10^{-3}$ there is a decrease in the corrosion rate reaching 0.0388 m/year in the 5th year.

Keywords: Zinc Anode, Corrosion Rate

1. PENDAHULUAN

Dalam mengatasi permasalahan korosi pada lambung kapal perlu diketahui penyebab dasar korosi pada kapal dan prinsip-prinsip perlindungan katodik. Ini juga memberikan tinjauan anoda korban yang tersedia dan anoda perlindungan katodik (ICCP) saat ini yang terkesan hanya untuk keuntungan dan kerugiannya untuk perlindungan lambung kapal tertentu. Kemajuan paling penting dalam perlindungan katodik kapal adalah pemodelan skala fisik dan pemodelan komputer selama satu setengah dekade terakhir. Kelebihan dan kekurangan pemodelan skala fisik dan pemodelan skala komputer dibahas secara rinci. Kebutuhan paket perangkat lunak dapat menentukan jumlah optimal anoda dan elektroda referensi dan posisi optimalnya di bagian bawah air kapal yang berbeda dan berbagai kelas lambung kapal semua kondisi operasi [1].

Korosi merupakan salah satu permasalahan yang sering ditemui dalam penggunaan bahan logam besi dalam kehidupan sehari-hari baik di rumah maupun skala industri. Banyak metode untuk menghambat proses korosi pada besi, salah satunya dengan perlindungan katodik dengan metode pengorbanan. Bahan kurban yang digunakan mengandung lebih banyak energi potensial negatif daripada besi. Dalam penelitian ini baja AISI 1020 yang akan dilindungi dengan seng sebagai anodel pengorbanan, yang dibantu oleh logam tambahan AZ31 magnesium dan aluminium 8011. Proses pengujian dilakukan dengan metode penurunan berat badan, di mana bahan direndam selama 2 bulan. Hasilnya menunjukkan tidak ada pengurangan berat pada aluminium 8011, baja AISI 1020 dan seng ketika aluminium 8011 ditambahkan ke perlindungan ini. Tetapi pengurangan berat badan terjadi pada magnesium AZ31 ketika magnesium digunakan sebagai logam tambahan [2].

Kontrol korosi kapal meliputi bahan baja, lapisan pelindung, dan perlindungan katodik, yang harus dipertimbangkan dalam semua tahap pemeliharaan kapal. Lapisan pelindung adalah elemen utama dari kontrol korosi. Bahan pelapisan yang dipilih dengan benar dan praktik aplikasi untuk kapal-kapal besar dan kompleks ini melibatkan investasi keuangan yang signifikan untuk mencapai peningkatan masa pakai dengan pemeliharaan dan perbaikan dalam layanan minimum, yang pada gilirannya mempromosikan keamanan kehidupan dan properti serta pelestarian lingkungan alam [3].

Sistem anoda korban yang dirancang sesuai dengan kebutuhan akan mencegah korosi pada permukaan selama pelat baja tercelup dalam air [4].

Zink anoda sangat penting untuk mereduksi laju korosi pada permukaan basah kapal. Zink anoda ditempelkan ke bagian-bagian kapal yang rawan terhadap korosi air laut. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kuat arus terpasang terhadap laju korosi dengan cara melakukan analisis terhadap data penggunaan zink anoda di lapangan dan data penggunaan zink anoda hasil perhitungan sehingga penggunaan kuat arus terpasang sesuai dengan kebutuhan akan mengurangi laju korosi. Untuk melihat pengaruh kuat arus terhadap laju korosi maka dibutuhkan data laju korosi 5 tahun terakhir dari kapal dan juga jumlah zink anoda yang dipergunakan setiap tahunnya. Dari grafik hasil perhitungan kuat arus sesuai teori dan hasil pemakaian zink anoda pada sembilan kapal, hasil yang didapat terlihat jelas bahwa kuat arus zink anoda terpasang harus mencukupi kebutuhan masing-masing kapal karena akan berpengaruh terhadap penurunan laju korosi [5].

An assessment of performance of zinc anodes on the cathodic protection of mild steel in 0.5 M hydrochloric acid was made at both the room and elevated temperatures. The cathodic protection reactions process was evaluated by weight-loss method, corrosion rate calculation and potential measurement methods. The effectiveness of zinc sacrificial anodes were found to be cathodically protective on mild steel in the hydrochloric acid at both the room temperature (27°C) and elevated temperature (60°C). There was close correlation of the results obtained for the weight-loss method and potential measurement in the HCL environment [6].

Zink anoda digunakan untuk perlindungan cathodic, kemudian pengaruh waktu pencelupan (10, 20, dan 30 hari) dan jarak anoda dari katoda (1, 2, dan 3 cm) diteliti. Perlindungan terbaik untuk

korosi diperoleh pada waktu pencelupan 10 hari dan jarak elektroda 1 cm, memungkinkan tingkat korosi 0,694 mpy dengan efisiensi 81,8% [7].

Dari grafik hasil perhitungan ZAP sesuai dengan teori dan hasil penggunaan ZAP, maka hasil yang diperoleh bahwa penambahan luas permukaan ZAP dan penambahan bobot ZAP mempengaruhi penurunan laju korosi [8].

Proses reaksi perlindungan cathodic dievaluasi dengan metode penurunan berat, perhitungan tingkat korosi dan metode pengukuran potensial. Efektivitas zink anoda korban ditemukan secara cathodically protektif pada baja ringan dalam asam klorida pada suhu ruangan (27 ° C) dan suhu tinggi (60 ° C). Ada korelasi dekat dari hasil yang diperoleh untuk metode penurunan berat dan pengukuran potensial [9].

Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik-pemilik kapal yang beroperasi di perairan Maluku tentang efisiensi penggunaan zink anoda dijelaskan bahwa ada yang menggunakan zink anoda lebih, dan ada juga yang kurang daripada yang diharuskan karena dari hasil ultrasonik terbukti bahwa dengan menambah zink anoda laju korosi yang diperoleh pada tahun berikutnya mengalami penurunan [5].

Adapun masalah yang ditinjau adalah kebutuhan zink anoda terpasang yang masih belum mencukupi kebutuhan kapal. Masalah ini ditinjau karena berhubungan langsung dengan efisiensi kerja dari zink anoda, yang dari hasil perhitungan akan terlihat apakah masalah yang ditinjau tersebut berpengaruh pada laju korosi pada pelat lambung basah kapal baja.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh laju pengausan zink anoda terpasang terhadap laju korosi kapal baja.

2. BAHAN DAN METODE

Korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Korosi dapat terjadi apabila memiliki anoda, katoda, media elektrolit, adanya arus listrik akibat pergerakan elektron [7].

Diperlukan data ukuran pokok 3 buah kapal yang menggunakan anoda tumbal tipe zink anoda dan data ketebalan pelat kapal setiap tahun selama 5 tahun. Untuk mendapatkan data berat pelat terkorosi dengan cara merubah pengurangan ketebalan pelat (mm) tiap tahun ke dalam ukuran weight loss (gr) untuk mendapatkan laju korosi dari persamaan berikut [10]:

$$C_R = 87,6 \times \left(\frac{W}{DAT} \right) \quad (\text{mm/tahun}) \quad (1)$$

dimana, W = massa yang hilang akibat terkorosi (mg);
 D = rapat massa (gr/cm^3)
 = $7.8 \text{ mgr}/\text{m}^3$ atau $490\text{lb}/\text{ft}^3$;
 A = luas permukaan (in^2);
 T = lama pengujian (hari).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Tabel dan Gambar

Laju pengausan zink anoda dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Laju pengausan seluruh zink anoda terpasang (kolom 1 s.d. 10)

No	1x6	2x7	3x8	4x9	5x10	1x11	2x12	3x13	4x14	5x15	16x1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	22,4	26,0	22,4	26,0	26,0	41,4
2	14,7	14,7	14,7	14,6	14,6	8,5	8,5	6,1	14,2	14,2	23,2
3	22,2	22,2	22,2	23,3	23,3	-5,6	-5,6	-5,6	-4,5	-4,5	17,6

Keterangan :

- Kolom 1 s/d 5 = Laju pengausan total zink anoda tahun ke-1 hingga tahun ke-5 (m^3) 10^{-3}
- Kolom 6 s/d 10 = Volume sisa total zink anoda tahun ke-1 hingga tahun ke-5 (m^3) 10^{-3}
- Kolom 11 = Volume total zink anoda sebelum terpakai tahun pertama (m^3)

Laju pengausan per sebuah zink anoda dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Laju pengausan per sebuah zink anoda (m^3) 10^{-3}

No	TAHUN I	TAHUN II	TAHUN III	TAHUN IV	TAHUN V
	1	0,376	0,376	0,376	0,317
2	0,217	0,217	0,196	0,179	0,179
3	0,278	0,278	0,278	0,278	0,258

Keterangan:

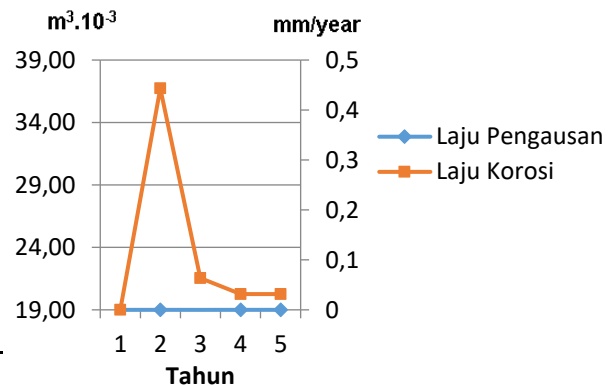
- 1.518 adalah harga tetapan laju pengausan sebuah anoda
- Untuk memperoleh laju pengausan sebuah zink anoda maka digunakan data hasil perhitungan pada tabel 2, di mana: Laju pengausan sebuah zink anoda = $1.158 \times X$ (m^3)

Volume sisa sebuah zink anoda dalam 1 tahun diperoleh dengan melihat selisih = Volume sebuah zink anoda – laju pengausan (m^3) $\times 10^{-3}$ dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Volume sisa zink anoda per tahun $\text{m}^3 \times 10^{-3}$

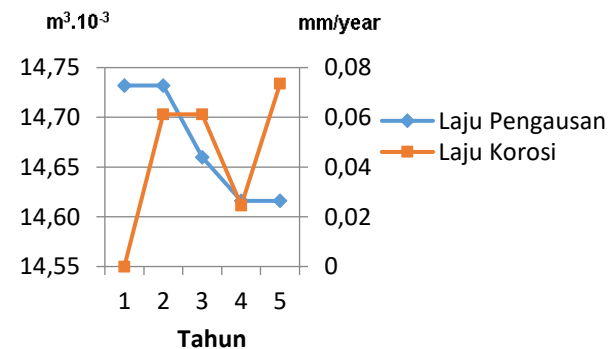
No	TAHUN I	TAHUN II	TAHUN III	TAHUN IV	TAHUN V	VOLUME
	1	0,487	0,520	0,487	0,520	0,520
2	0,146	0,146	0,118	0,197	0,221	0,400
3	-0,128	-0,128	-0,128	-0,095	0,642	0,400

Analisis dilakukan pada 3 kapal, yang masing-masing dibuat dalam analisis tersendiri dengan memperhatikan permasalahan yang ditinjau.



Gambar 1. Grafik korelasi *corrosion rate* dan laju pengausan pada kapal no. 1

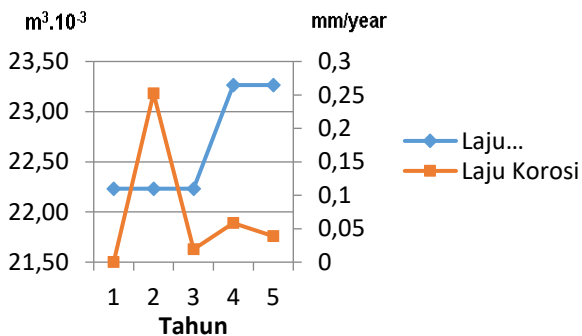
Berdasarkan perhitungan laju pengausan selama setahun kapal ini masih memiliki kelebihan atau sisa volume zink anoda.. Pada tahun ke-1 hingga tahun ke-5 dalam gambar 1 terlihat laju pengausan tetap pada $19,00 \text{ m}^3 \times 10^{-3}$. Sedangkan laju korosi memiliki kecenderungan semakin menurun hingga mencapai $0,0317 \text{ mm}/\text{tahun}$ pada tahun ke-5. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah zink anoda memenuhi kebutuhan kapal sehingga mampu melindungi kapal setiap tahun dalam 5 tahun.



Gambar 2. Grafik korelasi *corrosion rate* dan laju pengausan pada kapal no. 2

Pada Gambar 2 di atas terlihat laju pengausan cenderung tetap dan menurun mulai tahun ke-1 hingga tahun ke-5. Namun tidak demikian halnya dengan laju korosi yang terjadi. Laju korosi cenderung menurun hingga tahun ke-4 mencapai $0,0245 \text{ mm}/\text{tahun}$, tetapi kemudian meningkat pada tahun ke-5 hingga mencapai $0,0735 \text{ mm}/\text{tahun}$. Hal ini. Penambahan jumlah zink anoda pada tahun ke-5 ternyata tidak membawa perubahan pada laju korosi, sebaliknya justru terjadi peningkatan laju

korosi. Berdasarkan teori seharusnya penambahan ini membawa dampak yang lebih baik terhadap pengendalian laju korosi. Karenanya diduga ada faktor lain yang menjadi penyebab tidak terkendalinya laju korosi.



Gambar 3. Grafik korelasi *corrosion rate* dan laju pengausan pada kapal no. 3

Dari grafik pada gambar 3, laju pengausan tetap hingga tahun ke-3 sebesar $22,23 m^3 \times 10^{-3}$, kemudian naik mencapai $23,27 m^3 \times 10^{-3}$ pada tahun ke-4 dan ke-5. Laju korosi terjadi cukup signifikan pada tahun ke-2 sebesar 0,2523 mm/tahun, hal ini diakibatkan jumlah zink anoda yang kurang sehingga permukaan lambung basah kapal yang terlindungi hanya sebagian saja. Pada tahun ke-3 dilakukan penambahan jumlah zink anoda, laju korosi mengalami penurunan hingga mencapai 0,0194 mm/tahun. Pada tahun ke-4 dan ke-5 terjadi sedikit kenaikan laju korosi sebesar 0,0388 mm/tahun, seiring dengan meningkatnya laju keausan.

4. KESIMPULAN

Korelasi antara laju keausan zink anoda dan laju korosi seharusnya dapat memberikan gambaran bahwa laju keausan yang tetap atau semakin menurun pada zink anoda memberikan dampak laju korosi yang semakin menurun. Pada kapal pertama, laju pengausan yang tetap sebesar $19,00 m^3 \times 10^{-3}$ mampu menahan laju korosi hingga mencapai 0,0317 mm/tahun pada tahun ke-5. Pada kapal ke-2 laju pengausan yang cenderung menurun hingga mencapai $14,62 m^3 \times 10^{-3}$ diikuti dengan menurunnya laju korosi hingga tahun ke-4 sebesar 0,0245 mm/tahun, tetapi kemudian meningkat pada tahun ke-5 hingga mencapai 0,0735 mm/tahun. Pada kapal ke-3, laju pengausan cenderung naik mencapai $23,27 m^3 \times 10^{-3}$ pada ke-5. Laju korosi terjadi cukup signifikan pada tahun ke-2 sebesar 0,2523 mm/tahun, kemudian mengalami penurunan yang signifikan pula hingga tahun ke-5 mencapai 0,0388 mm/tahun setelah dilakukan penambahan zink anoda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Fakultas Teknik Universitas Pattimura sebagai penyandang dana (dana PNBPF Fakultas Teknik) sehingga penelitian ini dapat selesai sesuai jadwal yang ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gurrappa, I., Yashwanth, I.V.S. & Mounika, I. Cathodic Protection Technology for Protection of Naval Structures Against Corrosion. *Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. A Phys. Sci.* 85, 1–18 (2015). <https://doi.org/10.1007/s40010-014-0182-0>
- [2] Kusumaningrum I. and Usman M., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering The Effect of More Anodic Metals from Zinc Addition on Cathodic Protection of Iron with Zinc as Sacrificial Anode Againsts Corrosion Rate, 494, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/494/1/012086#references>, (2019)
- [3] Chao W., George W., Marcus C., David L. O. and Stephen L., Handbook of Environmental Degradation of Materials (Third Edition) *Corrosion Protection of Ships* pp. 533-557, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-52472-8.00026-5>, (2018)
- [4] Class Guideline DNVGL-CG-0288, Corrosion Protection of Ships, Edition May 2017.
- [5] Lekatompessy, S. Analisis Pengendalian Korosi Pada Permukaan Basah Kapal-Kapal Baja Dengan Menggunakan Zink Anoda. Seminar Nasional Archipelago Engineering (ALE) Ke-4 2021, North America, jun. 2021. Available at: <<https://ocs.unpatti.ac.id/index.php?conferen ce=ale2021&schedConf=ale2021&page=paper&op=view&path%5B%5D=18>>. Date accessed: 08 Aug. 2022.
- [6] Cleophas A L, Roland T L, and Abimbola P. P. (2019). Chemical Data Collection Performance Evaluation of Zinc Anodes for Cathodic Protection of Mild Steel Corrosion in HCL, 24, <https://doi.org/10.1016/j.cdc.2019.100280>
- [7] Komalasari, Komalasari & Evelyn, Evelyn & Situmeang, I & Heltina, Desi.(2020) Cathodic protection on stuctures of carbon steel using sacrificial anode methode for corrosion control. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/845/1/012015>
- [8] Sonja T. A. L. and Richard L.(2021). AIP

Conference Proceedings 2360, Analysis of the Effect of Protection System Installation Cathode and Sacrificial Anode (Zn) on Corrosion Rate of Steel Vessels,
<https://doi.org/10.1063/5.0059554>

- [9] Ngatmin, Ngatmin & Purwanto, Helmy & Riwayati, Indah. (2019). Analisis Laju Korosi Pada Plat Baja Lambung Kapal dengan Umpan Anoda Korban Aluminium. Jurnal Ilmiah Momentum. 15. 10.36499/jim.v15i2.3085.
DOI:[10.36499/jim.v15i2.3085](https://doi.org/10.36499/jim.v15i2.3085)
- [10] Trethewey, K. R. Korosi untuk Mahasiswa dan Rekayasawan. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta 1993.