

# ANALISA PERBANDINGAN PEMAKAIAAN ALUMINIUM CATHODIC PROTECTION DAN ZINC CATHODIC PROTECTION PADA PELAT BADAN KAPAL

Eko Julianto Sasono \*

\* Program Studi D III Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

## ABSTRAK

*This research studied the requirement of cathodic protection installation to prevent corrosion on ship in seawater medium, have compared which is often used between Aluminium Cathodic Protection by Zinc Cathodic Protection. KM. ADRI XLIV used as specimen. The comparison results, aluminium sacrificial anodes on KM. ADRI XLIV in field is 108 Kg, higher than result of calculation about 61.58 Kg. So the amount of attached by aluminium sacrificial anodes on KM. ADRI XLIV in field have get safety factor. As comparison the calculation result of Zinc Cathodic Protection requirement, obtained zinc sacrificial anodes weight is 175.59 Kg, higher than aluminium sacrificial anodes.*

*Keywords : Aluminium Cathodic Protection, Zinc Cathodic Protection.*

## PENDAHULUAN

Salah satu sumber kerusakan terbesar pada kapal laut adalah disebabkan oleh korosi air laut. Sampai saat ini penggunaan besi dan baja sebagai bahan utama pembuatan kapal masih dominan. Dari segi biaya dan kekuatan, penggunaan besi dan baja untuk bangunan kapal memang cukup memadai. Tetapi besi dan baja sangat reaktif dan mempunyai kecenderungan yang besar untuk terserang korosi air laut.

Korosi merupakan suatu proses degradasi dari suatu logam yang dikarenakan terjadinya reaksi kimia antara logam tersebut dengan lingkungannya. Pada dasarnya korosi adalah peristiwa pelepasan elektron-elektron dari logam (besi atau baja) yang berada di dalam larutan elektrolit misalnya air laut. Sedangkan atom-atom yang bermuatan positif dari logam ( $\text{Fe}^{+3}$ ) akan bereaksi dengan ion *hydroxyl* ( $\text{OH}^-$ ) membentuk ferri hidroksida [ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ] yang dikenal sebagai karat.

Berdasarkan segi konstruksi pada kapal laut, pelat lambung kapal adalah daerah yang pertama kali terkena air laut. Pada daerah lambung ini bagian bawah air ataupun daerah atas air rentang terkena korosi. Korosi pada pelat badan kapal dapat mengakibatkan turunnya kekuatan dan umur pakai kapal, mengurangi kecepatan kapal serta mengurangi jaminan keselamatan dan keamanan muatan barang dan penumpang. Untuk menghindari kerugian yang

lebih besar akibat korosi air laut, maka perawatan dan pemeliharaan kapal harus dilakukan secara berkala.

Sampai saat ini untuk melindungi pelat badan kapal terhadap serangan korosi air laut masih menggunakan 3 (tiga) cara yaitu menghindari penyebab korosi, perlindungan secara aktif (Dengan metode *Cathodic Protection*) dan perlindungan secara pasif (Dengan proses pengecatan).

Metode *cathodic protection* merupakan metode yang sudah sangat lazim dilaksanakan untuk proteksi korosi pada lambung kapal, namun adakalanya hal ini tidak terlalu diperhatikan secara serius sehingga hasil yang diinginkan biasanya meleset dan tidak efisien. Salah satu metode *cathodic protection* adalah metode anode korban.

Adakalanya di lapangan ditemui pelat-pelat lambung kapal yang terserang korosi berat dikarenakan kurangnya anode korban yang dipasang. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan di bahas mengenai kebutuhan pemasangan perlindungan katode untuk mencegah korosi pada lambung kapal di dalam media air laut, dimana dilakukan perbandingan katode yang sering digunakan yaitu *Zinc Cathodic Protection* (ZCP) dan *Aluminium Cathodic Protection* (ACP).

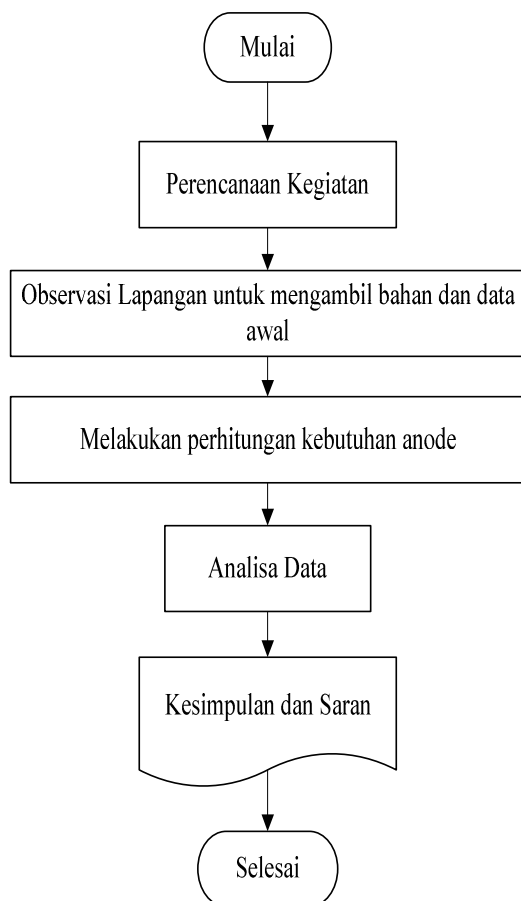
## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Kapal yang akan digunakan sebagai benda uji dalam penelitian ini adalah KM. ADRI XLIV yang masuk DOK pada bulan Oktober 2008.

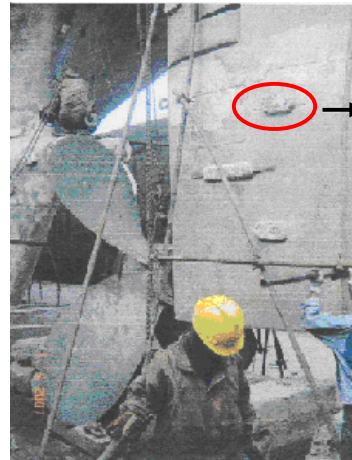
Ukuran Utama KM. ADRI XLIV :

- *Length Over All (Loa)* : 57,5 m
- *Length Between Perpendicular (Lbp)* : 51,6 m
- *Breadth (B)* : 13,5 m
- *Depth (H)* : 5 m
- *Draught (T)* : 2,20 m

KM. ADRI XLIV yang ada di DOK pada bulan Oktober 2008 tersebut mengalami penggantian anode korban, dimana anode korban yang sudah ada telah habis terkorosi, dan anode korban baru yang dipasang adalah anode *Aluminium*. Diagram alir proses penelitian dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



**Gambar 1.** Diagram alir proses penelitian.



Anode yang sudah habis terkorosi

**Gambar 2.** Anode korban yang sudah terkorosi pada KM ADRI XLIV.

Sebelum dipasang anode korban yang baru, KM. ADRI XLIV mengalami proses *Coating* terlebih dahulu, dimana memakai satu lapis / *layer* dengan ditambah 2 lapis *intermediate / top coats*, minimum 300  $\mu\text{m}$  nominal DFT (*Dry Film Thickness*) kategori III dengan umur pelapisan adalah selama 5 tahun.



**Gambar 3.** Lambung kapal KM ADRI XLIV yang telah mengalami proses *Coating*.

Rencana penggantian anode korban pada KM. ADRI XLIV adalah dengan menggunakan anode korban *aluminium* dengan bentuk *elongated flush mounted* tanpa *backfill* dengan dimensi anode 395 mm x 150 mm x 30 mm dengan berat netto 4.5 Kg sebanyak 24 buah.



**Gambar 4.** Gambar pemasangan anode korban baru pada KM ADRI XLIV.



**Gambar 5.** Lambung kapal KM ADRI XLIV yang telah dipasang anode aluminium.

Sebelum melakukan perhitungan kebutuhan anode korban pada KM. ADRI XLIV, ada beberapa data yang diperlukan dalam perhitungan. Data-data yang diperlukan dalam perhitungan proteksi lambung kapal dengan menggunakan anode korban yaitu :

- Ukuran luas pelat lambung kapal yang akan di proteksi
- Coating kapal
- Jenis anoda
- Resistivitas air laut.

Nilai resistivitas air laut diperoleh dengan menggunakan acuan pada DNV RPB 401 tentang resistivitas dimana temperature air antara 7°C sampai dengan 12°C, maka nilai resistivitas antara 0,3 dan 1,5

(ohm.m). Dalam hal ini diambil 1,5 ohm.m.

- Umur proteksi  
Umur proteksi yang diperlukan sesuai peraturan BKI yaitu 3 tahun karena selama 3 tahun minimal kapal harus docking atau naik dok satu kali. Dimana apabila kapal naik dok maka dapat diganti anoda korban yang lama dengan anoda korban yang baru.
- Keperluan arus proteksi.  
Nilai keperluan arus proteksi diperoleh dengan mengacu pada DNV RPB 401, dimana desain arus menurut iklim sedang dan kedalaman 0 meter – 30 meter dengan temperatur 7 °C – 12 °C, maka nilai keperluan arus proteksinya adalah 0,100 A/m<sup>2</sup>.

Urutan perhitungan kebutuhan anode korban adalah :

- Menghitung luas pelat lambung kapal yang akan diproteksi.

Dapat dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$Ac = (2T + B) \times Lbp \times p$$

Dimana nilai p untuk kapal cargo adalah 0.75

- Menghitung keperluan arus proteksi rata-rata. Keperluan arus proteksi rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Ic = Ac \times fc \times ic$$

Dimana :

ic = 0,100 A/m<sup>2</sup> (Diperoleh dengan mengacu pada DNV RPB 401)

$$fc = k_1 + k_2 \cdot \frac{t_f}{2}$$

dengan :

- $t_f = 3$  tahun
- $k_1 = 0,02$  (Mengacu pada DNV RPB 401)
- $k_2 = 0,015$  (Mengacu pada DNV RPB 401)
- Menentukan berat anoda korban total  
Berat anode korban total dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$M = \frac{I_c (rata - rata) \cdot t \cdot 8760}{u \cdot \mathcal{E}}$$

Dimana

- $\mathcal{E}$  untuk aluminium adalah 2000 Ah/kg. Sedangkan untuk zinc adalah 700 Ah/kg
- $t_f = 3$  tahun (Standar BKI)

➤  $u = 0,85$

- Menentukan ukuran anode korban.  
Anode korban yang dipasang pada KM. ADRI XLIV adalah anode *aluminium* dengan bentuk *elongated flush mounted* tanpa *backfill* dengan dimensi anode 395 mm x 150 mm x 30 mm (P x L x T) dengan berat netto 4.5 Kg.

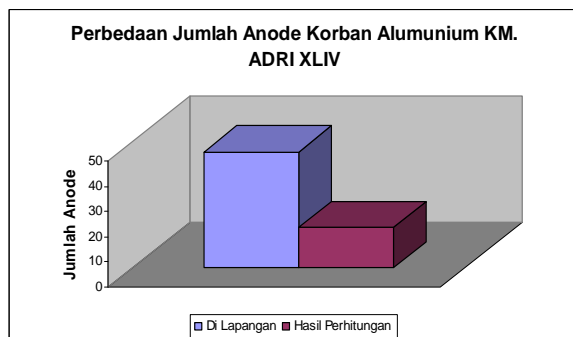
Selain menghitung kebutuhan anode korban aluminium dilakukan juga perhitungan kebutuhan anode *zinc* sebagai perbandingan. anode *zinc* dengan bentuk *elongated flush mounted* tanpa *backfill* dengan dimensi anode 300 mm x 150 mm x 20 mm (P x L x T) dengan berat netto 5.75 Kg.

- Menentukan jumlah anoda korban.
- Penambahan anoda korban 20 % untuk tempat – tempat kritis dan sebagai faktor keamanan
- Menentukan jarak antar anoda korban.  
Jarak antar anode korban dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Jarak} = \frac{\text{Panjang Kapal yang Tercecup Air}}{\text{Jumlah Anode Korban}}$$

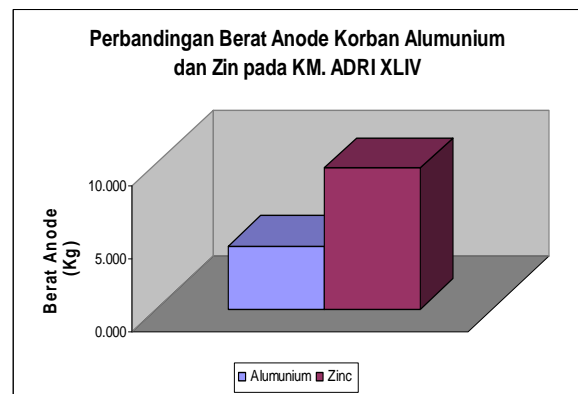
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan kebutuhan anode aluminium diperoleh gambaran bahwa terdapat perbedaan jumlah antara anode korban aluminium yang dipasang di lapangan dengan hasil perhitungan. Jumlah anode korban *aluminium* yang dipasang di lapangan berjumlah 24 buah dengan berat tiap anode adalah 4.5 Kg. Jumlah tersebut lebih banyak daripada jumlah yang diperoleh berdasar perhitungan, yaitu 16 buah untuk anode korban *aluminium* dengan ukuran dan bentuk yang sama. Sehingga dapat dikatakan bahwa pemasangan anode korban *aluminium* pada KM. ADRI XLIV telah memenuhi kebutuhan.



**Gambar 6.** Grafik perbedaan Jumlah anode aluminium KM. ADRI XLIV.

Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa jumlah anode korban *zinc* yang dibutuhkan lebih banyak daripada anode korban *aluminium*. Berat total anode korban *zinc* yang dibutuhkan KM. ADRI XLIV adalah 175.79 Kg, sedangkan berat total aluminium hanya 61.58 kg. Hal ini dapat disebabkan karena nilai *electrochemical efficiency zinc* lebih rendah daripada *aluminium*, sehingga berat total anode korban *zinc* yang dibutuhkan lebih besar daripada berat total *aluminium*. Semakin beratnya anode korban yang dipasang pada lambung kapal maka semakin besar tahanan kapal.



**Gambar 7.** Grafik perbandingan berat anode korban aluminium dan Zinc pada KM. ADRI XLIV.

Perbandingan dari segi biaya kebutuhan anode aluminium dengan *zinc* dapat dilakukan dengan menghitung biaya yang dikeluarkan untuk jumlah anode yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

$$\text{Biaya} = \text{Jumlah anode Total} \times \text{Harga Anode per Kg}$$

Harga anode korban *aluminium* per Kg adalah Rp 70.000,/Kg. Sedangkan harga anode korban *zinc* adalah Rp. 55.000,-/Kg. Jadi biaya yang dikeluarkan adalah :

- Biaya untuk anode korban *aluminium* :  
Biaya = Berat anode Total x Harga Anode per Kg

$$\text{Biaya} = 61.58 \times 70000$$

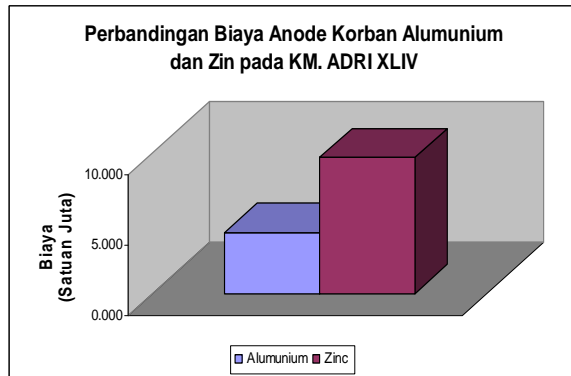
$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 4.310.600,-$$

- Biaya untuk anode korban *zinc* :  
Biaya = Berat anode Total x Harga Anode per Kg

$$\text{Biaya} = 175.59 \times 55000$$

Biaya = Rp. 9.657.450,-

Terlihat bahwa biaya yang dikeluarkan untuk anode korban *zinc* lebih besar.



**Gambar 8.** Grafik Perbandingan biaya anode korban aluminium dengan zinc pada KM. ADRI XLIV.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

1. Jumlah anode korban *aluminium* yang dibutuhkan pada KM. ADRI XLIV berdasarkan perhitungan adalah 16 buah ( $\pm$  61.58 Kg), lebih rendah dibandingkan dengan jumlah anode yang dipasang di lapangan sekitar 24 buah (108 Kg). Sehingga jumlah anode korban *aluminium* yang dipasang pada KM. ADRI XLIV di lapangan telah memenuhi syarat aman.
2. Berat anode korban *zinc* yang dibutuhkan KM. ADRI XLIV berdasarkan perhitungan adalah 175.59 Kg. Jumlah tersebut lebih besar dibandingkan berat anode korban *aluminium*. Hal ini disebabkan karena faktor nilai *electrochemical efficiency aluminium* yang lebih besar dibandingkan *zinc*.
3. Dengan berat anode korban *zinc* yang lebih besar, biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan anode korban tersebut pun lebih tinggi dibandingkan dengan anode korban *aluminium*.

### A. SARAN

Untuk para pemilik kapal, sebaiknya menggunakan anode korban *aluminium*, karena biaya yang dikeluarkan dan beratnya lebih rendah dibandingkan *zinc*, sehingga dapat mengurangi tahanan kapal.

## DAFTAR PUSTAKA

1. BKI Rules Volume II Section 38.
2. D. Binkoosky, “ *Technology of Ship Repairing*”, Moscow.
3. Det Norske Veritas (DnV) RP – B401 “*Cathodic Protection Design, 1993*”
4. Hoang Thi Bich Thuy, Phan Luong Cam, 2006, “*Performance of The Zinc Sacrificial Anode in Concrete Environment*”, Corrosion and Protection Research Center, Hanoi University of Technology, Vietnam.
5. JAMES B BUSHMAN, P.E, “ *Galvanic Anode Cathodic Protection System Design* ”, Principal Corrosion Engineer, BUSHMAN AND ASSOCIATES, INC, Medina, Ohio, USA.
6. Jinglei Zhang, Gongyu Guo, Keliang Sun, Baorong Hou, , 1987, “ *Electrochemical Evaluation of Dissolution Characteristics of Al Based Sacrificial Anodes in Seawater*”, Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao.
7. Kjernsmo Dag, Kleven Kjell, Schele Jan, 2003, “*Corrosion Protection*”, FROSIO, Denmark.
8. Suratman Rochim, 2005, “ *Teknologi Perlindungan Logam*” Seminar Nasional : Aplikasi Teknologi Perlindungan Logam di Industri, Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Jenderal Ahmad yani Bandung.
9. Talavera M.A, Valdez S, Juarez-Islas J.A, Mena B, Genesca J, 2002, “*EIS Testing of New Aluminium Sacrificial Anodes*”, Journal of Applied Electrochemistry 32: 897–903.
10. Talavera M.A., Juarez-Islas J, Genesca J, “*Electrochemical Testing of Al – Zn – Mg Sacrificial Anodes*”, Dpto. Ingeniería Metalúrgica. Facultad Química. Universidad Nacional Autónoma México, UNAM. Ciudad Universitaria. México.
11. Trethewey Kenneth R, 1991, “ *Korosi*”, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
12. Tsai Tai Ming, 1996, “ *Protection of Steel Using Aluminium Sacrificial Anodes in Artificial Seawater*”, Journal of Marine Science and Technology. Vol. 4, No. 1, pp. 17-21.
13. Widharto Sri, 2001, “*Karat dan Pencegahannya*” , PT. PRADNYA PARAMITHA, Jakarta
14. Wright Graeme, “ *Corrosion Protection of Metal* ”, Chemistry Department, University of Auckland.