

Pemasangan Zinc Anoda Protection (ZAP) sebagai Perlindungan Aktif Korosi pada Kapal

Benny Hartanto^{1*}, Salim²

^{1,2}Sekolah Tinggi Maritim Yogyakarta,

Jl. Magelang KM 4.4, Yogyakarta 55284, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail : ben13hart@gmail.com. Telp : 081328881732

Abstrak

Pemeliharaan kapal merupakan suatu keharusan yang harus dilaksanakan. Diantara pemeliharaan adalah pencegahan korosi. Korosi suatu kapal tidak dapat dihilangkan, melainkan hanya dapat diturunkan tingkat keanasannya. Pencegahan korosi ada dua macam yaitu pencegahan secara pasif dan pencegahan aktif. Pencegahan pasif yang umum dilakukan yaitu dengan cara pengecatan, sedangkan pencegahan aktif yaitu dengan cara pemasangan *Zinc Anoda Protection (ZAP)*. Kebutuhan ZAP pada kapal tergantung dari luas permukaan basah kapal, periode penggantian, jenis material dari ZAP serta ukuran dari ZAP. Pemasangan ZAP pada kapal umumnya dengan cara dibaut di lambung kapal. Jarak diantara lempengan yang satu dengan yang lainnya tidak sama. Penempatan ZAP dipasang pada bagian aliran yang relatif besar sekitar lunas dan yang terletak pada daerah pusaran sekitar baling-baling dipasang lebih rapat dari daerah lain.

Kata Kunci: pemasangan, *Zinc Anoda Protection (ZAP)*, korosi kapal

Abstract

Ship maintenance is necessary and must be implemented. Among maintenance is corrosion prevention. The corrosion of a ship cannot be eliminated, but can only be reduced to a level of malignancy. There are two types of corrosion prevention, namely passive and active prevention. Passive prevention that is commonly done is by painting, while active prevention is by installing Zinc Anode Protection (ZAP). The need for ZAP on the ship depends on the wet surface area of the ship, the replacement period, the type of material from the ZAP, and the size of the ZAP. Installation of ZAP on a ship is generally done by bolting it on the ship's body. The distance between one plate and another is not the same. Placement of ZAP is installed in relatively large flow sections around the keel and those located in the eddy area around the propeller installed tighter than other areas.

Keywords: installation, *Zinc Anode Protection (ZAP)*, ship corrosion

PENDAHULUAN

Kebutuhan transportasi laut di Indonesia sampai saat ini masih sangat dibutuhkan sebagai moda distribusi berbagai kebutuhan masyarakat, namun transportasi laut di Indonesia sampai saat ini masih relatif sangat kurang dan memprihatinkan baik dilihat dari kuantitas maupun kualitasnya. Perawatan rutin maupun temporer yang dilakukan untuk menjaga agar jumlah kapal yang ada dapat

bertahan lebih lama. Dalam sistem *maintenance* (pemeliharaan) saja untuk standar Internasional, perawatan di Indonesia masih kurang. Di antara salah satu penyebabnya adalah kerusakan kapal dengan faktor pengkaratan paling mendominasi (Binkoosky, 1983). Proses pengkaratan ini tidak dapat dihilangkan, tetapi hanya dapat dikurangi tingkat pertumbuhannya. Menurut Sudjasta, Suranto & Setiani (2018), kerusakan terbesar pada kapal adalah karena korosi, untuk memperlambat terjadinya korosi ada dua metode yaitu dengan metode pasif melalui pengecatan dan metode aktif melalui pemasangan katodik atau ZAP (Utami, 2012)

Kebutuhan akan ZAP di setiap kapal berbeda-beda, kapal satu dengan lainnya tidak sama, jumlah kebutuhan ini sangat dipengaruhi oleh ukuran dan luas basah masing-masing kapal (Soekotjo, 1985). Struktur baja kapal yang digunakan sebagai sarana transportasi laut harus mendapatkan proteksi untuk mengendalikan serangan korosi pada lingkungan laut. Menurut Sudjasta, Suranto & Setiani (2018), sebagian besar kerusakan pelat konstruksi baja kapal adalah disebabkan oleh adanya proses korosi. Pada daerah lambung ini bagian bawah air ataupun daerah atas air rentan terkena korosi, dimana terjadi pengurangan ketebalan pelat pada lambung kapal yang mengakibatkan semakin mudah terjadinya kebocoran akibat tidak mampu mendapat tekanan luar dari air laut, dimana kebocoran ini harus dihindari (Jatmiko, 2009). Korosi adalah kerusakan struktur material sebagai akibat dari reaksi kimia atau *electrochemical* dengan lingkungannya. Selain degradasi kimia, degradasi fisik juga terlihat (Revie & Uhlig, 2008). Sebagian besar kerusakan pelat konstruksi baja kapal adalah disebabkan oleh adanya proses korosi. Akibat korosi ini menimbulkan kerugian material yang cukup besar, sehingga diperlukan proteksi untuk mencegah timbulnya korosi tersebut dengan menggunakan proteksi katodik (Sudjasta, Suranto & Setiani, 2018). Blount (1989) menjelaskan bahwa proteksi katodik merupakan salah satu metoda pengendalian korosi struktur baja dalam lingkungan elektrolit dengan cara memperlakukan struktur logam sebagai katoda.

SEBAB TERJADINYA KOROSI

Korosi sebenarnya disebabkan oleh aliran arus listrik, dengan kata lain kata korosi adalah reaksi elektro kimia antara sesuatu metal dengan media di sekelilingnya. Reaksi ini dinamakan reaksi Elektro Kimia karena perubahan kimia yang terjadi pada sesuatu metal yang selalu menyebabkan aliran arus listrik (Blount, 1989), sedangkan di sekeliling metal itu adalah media yang meneruskan rangkaian arus listrik. Menurut Revie & Uhlig (2008), jika dua logam baja dan zinc dihubungkan dan kemudian dicelupkan dalam sesuatu *electrolyte* (air laut), maka elektron akan mengalir dari Zinc (Anode) ke baja/plat kapal (Katode).

Elektron yang mengalir ini, menurut Binkoosky (1983), menyebabkan ion dari logam terlepas dari permukaan anode (Zinc) dan masuk ke *electrolyte* (air laut). Proses inilah yang dimaksud dengan "*Korosi*" (pengkaratan). Pada katode (baja), elektron menarik ion-ion hydrogen dari air laut. Ion-ion ini dinetralkan oleh elektron dan suatu selaput tipis hydrogen yang timbul menyelubungi permukaan katode (baja). Dengan demikian baja dilindungi oleh arus listrik yang mengalir kepadanya dan juga oleh isolasi selaput tipis hydrogen pada permukaan baja tersebut (Barokah et al., 2018)

Pada prinsipnya dapat dikatakan bahwa korosi akan terjadi apabila dua permukaan yang berbeda potensinya dihubungkan dan dicelupkan ke dalam *electrolyte*. Prinsip demikian terdapat juga pada tiap kapal dimana badan kapal terbuat dari baja sedangkan baling - baling dari bronze (perunggu), atau dari *brass* (kuningan) yang menyebabkan korosi yang hebat di badan kapal dan di sekeliling baling – baling (Soekotjo, 1985).

Seandainya proses korosi terjadi demikian, masih akan timbul pertanyaan pada kita, mengapa korosi terdapat di seluruh bagian kapal, begitu juga sampai pada bagian sebelah dalam kapal, bukan hanya pada lambung kapal dekat baling-baling saja (Sudjasta, Suranto & Setiani, 2018). Demikian juga korosi terdapat pada bangunan air lainnya (tongkang) baja yang tidak mempunyai mesin penggerak dan baling-baling. Ini dapat diterangkan karena pada suatu potongan baja terdapat ribuan titik-titik yang tidak sama, terhadap titik-titik lainnya yang berdekatan (Paulus Andrianto, 1985). Ketidaksamaan ini disebabkan oleh banyak faktor yang kesemuanya ini menyebabkan perbedaan kimia, perbedaan listrik, perbedaan mekanik atau perbedaan panas yang dapat mempengaruhi metal di sekelilingnya (Soekotjo, 1985). Di dalam air laut sebagai media, semua ketidaksamaan dari dua sifat metal yang berbeda ini menyebabkan arus listrik mengalir seketika itu juga.

PERLINDUNGAN SECARA KATHODIC

Korosi yang disebabkan air laut pada badan kapal yang terbuat dari baja di mana-mana di dunia ini boleh dikatakan lemah, rata-rata 0,13 mm setiap tahun. Tetapi, sayang sekali rata-rata kecepatan korosi ini tidak tersebar merata diseluruh badan kapal, tetapi terjadi pada tempat-tempat tertentu.

Lubang-lubang setempat ini yang terdapat pada permukaan badan kapal itu 5 sampai 10 kali lebih dalam dari rata-rata 0,13 mm tiap tahun dan hal ini menjadi persoalan yang besar sekali.

Dengan ringkas dapat dikatakan bahwa tiga cara yang dapat dilakukan untuk mencegah korosi elektro kimia yaitu:

1. Meratakan (equalize) potensi dari electrode (perlindungan secara katode).
2. Menahan rangkaian metallic (isolasi listrik dari electrode yang tak sejenis)
3. Isolasi salah satu atau kedua - duanya electrode dari electrolyte (perlindungan dengan cat).

PEMILIHAN BAHAN LOGAM UNTUK ANODE

Pemilihan bahan logam untuk anode didasarkan pada bahan dan potensinya, berikut susunan logam dan paduan logam dalam Galvanic series:

Tabel 1. Susunan Logam dan Panduan Logam

No	Bahan	Potensi Yang Stabil (Volt)
1	Mg (Magnesium) murni	1,64
2	Magnesium Paduan (Al 6%, Zn 3%, Mn 0,2%)	1,50
3	Zinc (Fe 0,0014%)	1,03
4	Aluminium	0,94
5	Besi Tuang	0,61
6	Baja	0,61

7	Kuningan	0,36
8	Tembaga (Copper)	0,36
9	Monel	0,075

Dari daftar di atas ternyata bahwa Anode yang paling baik adalah Magnesium (murni) disusul Magnesium Paduan serta Zinc. Dalam memilih anode di atas masih ada yang perlu diperhatikan:

1. Potensi yang tinggi dan umur yang diharapkan (*life expectancy*) dari logam tersebut.
2. Berat logam, mudah didapatkan di pasar dan harga logam yang dipilih.

Mengingat pertimbangan di atas, maka untuk kondisi seperti di daerah wilayah Indonesia pilihan yang tepat adalah dengan cara pemasangan Zinc Anoda (ZAP).

CARA MENGHITUNG KEBUTUHAN KATHODIC PADA SUATU KAPAL

1. Menghitung luas permukaan basah kapal beserta perlengkapannya yang ada di bawah garis air (Sudjasta, Suranto & Setiani, 2018):

- a. Untuk luas basah badan kapal dengan rumus :

$$S_h = 1,7 L \cdot T + V/T$$

Dimana : S_h = Permukaan Basah Kapal dalam (m^2)

L = Panjang Antara Garis Tegak (L_{pp}) (m)

T = Sarat (*Draft*) Moulded (diambil yang terbesar) (m)

V = Displacement (m^3)

- b. Luas basah daun baling-baling

$$S_p = 1,25 D^2$$

Dimana : S_p = Permukaan basah baling-baling

D = Diameter baling-baling

- c. Luas daun Kemudi $S_R = T \cdot B$

Dimana : S_R = Luas daun kemudi dalam (m^2)

T = Tinggi daun kemudi dalam (m)

B = Lebar daun kemudi dalam (m)

Contoh Perhitungan:

Suatu kapal barang jenis general cargo dengan ukuran sebagai berikut:

LOA = 105,00 m (Panjang Seluruh Kapal)

L_{pp} = 94,50 m (Panjang Antara Garis Tegak)

LWL = 95,60 m (Panjang Garis Air)

T (Draft) = 9,50 m (Sarat Penuh Kapal)

V (Displacement) = 3.500 m^3

- a). Berarti Luas Permukaan Basah kapal =

$$S_h = 1,7 LT + V/T$$

$$= 1,7 \cdot 94,50 \cdot 9,50 + 3.500/9,50$$

$$\begin{aligned}
 &= 1.526,175 + 368,42 \\
 &= 1.894,59 \text{ m}^2 \\
 \text{b).} \quad &\text{Luas daun baling - baling} \\
 S_p &= 1,25 D^2 \\
 &\text{Misal Diameter daun baling - baling } 2,60 \text{ m} \\
 &\text{Maka Luas basah daun baling - baling} \\
 (S_p) &= 1,25 \cdot 2,60^2 = 8,45 \text{ m}^2 \\
 \text{c).} \quad &\text{Luas daun kemudi} \\
 S_R &= T \cdot B \\
 &\text{Misal Tinggi daun kemudi } 2,25 \text{ m} \\
 &\text{Lebar daun kemudi } 1,15 \text{ m} \\
 S_R &= 2,25 \cdot 1,15 \\
 &= 2,58 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Jadi total luas permukaan basah badan kapal beserta perlengkapannya yang ada di bawah garis air =

$$S_h + S_p + S_R = 1.894,59 + 8,45 + 2,58 = 1.905,62 \text{ m}^2$$

2. Memilih galvanic yang akan dipasang yaitu Zinc dan jumlah batang yang akan dipasang serta waktu yang diperkirakan untuk pergantian Zinc berikutnya (Sudjasta, Suranto & Setiani, 2018):
 - a. Jenis yang dipakai adalah Zinc
 - b. Ukuran dari batang yaitu 12" x 3" x 1,25"
 - c. Penggantian direncanakan setiap 12 bulan

PEMBAHASAN

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, ternyata diperoleh bahwa jika sepotong baja yang tidak dicat dicelupkan ke dalam air laut, akan diperlukan 4 sampai dengan 6 milli amper per Sq Ft dari permukaan baja itu untuk mendapatkan perlindungan sepenuhnya. Dalam perhitungan di sini kita ambil di tengah - tengahnya yaitu 5 milli amper per Sq Ft..

Diperkiraan penggantian Zinc setiap 12 bulan (1 tahun); 1 tahun = 8760 jam

Menghitung jumlah arus yang dibutuhkan

Jumlah luas = $1.905,62 \text{ m}^2 \times 10,76 \text{ Ft}^2$ karena $\rightarrow (1 \text{ m}^2 = 10,76 \text{ Ft}^2)$
 maka : $1.905,62 \text{ m}^2 = 11.788,87 \text{ Ft}^2$

Jadi jumlah arus yang dibutuhkan = $11.788,87 \text{ Ft}^2 \times 5 \text{ ma} / \text{ft}^2 = 68.944.35$ milli ampere = 68,945 ampere.

Zinc anode memberikan arus listrik 336 ampere per jam per pound dari Zinc (Lihat Tabel 1)

banyaknya Zinc yang dibutuhkan selama 1 tahun (12 bulan)

$(68,945 \text{ Ampere} \times 8760 \text{ jam}) = (336 \text{ Ampere/jam/pound}) = 1.797,49 \text{ pound.}$

Bila dipilih Zinc Anode dengan ukuran per batang = 12"x3" x 1,25" = 30Cm x 7,5Cm x 3,2Cm yang beratnya 11,25 pound, berarti = $(1.797,49) : (11,25) = 159,77$ batang, sehingga jika dibulatkan menjadi 160 batang. Seluruh Zinc Anode yang 160 batang ini harus ditempatkan beraturan agar hasil yang dicapai dapat optimal.

Berdasar pengalaman pada pemasangan Zinc Anode agar pembagian arus listrik yang diberikan merata ke seluruh badan kapal beserta perlengkapannya pada daerah-daerah kritis pemasangannya agak rapat dibandingkan dengan daerah lain. Daerah kritis adalah di sekitar daun baling - baling atau buritan karena kena pusaran air laut yang digerakan oleng baling - baling, bagian lunas dari depan sampai belakang ini adalah daerah aliran air laut dari depan ke belakang serta daerah haluan adalah daerah yang pertama kali membentur atau memecah air laut. Sedangkan daerah yang dianggap biasa adalah di tengah-tengah kapal.

PENEMPATAN ANODE

Untuk optimum output arus listrik dari anode, jarak antara anode harus sama dengan luas yang dilindungi oleh anode tersebut. Apabila output dari Zinc Anode yang berukuran 30 cm x 7,5 cm x 3,2 cm yang dipasang secara berbaris adalah 0,23 ampere (Lihat Tabel 2) dan diperlukan 5ma/ft² untuk melindungi badan kapal beserta perlengkapannya yang ada di bawah garis air, maka total luas yang dilindungi:

$$\frac{\text{jumlah arus}}{\text{density dari arus}} = \frac{0,23 \text{ amp.}}{5 \text{ ma/ft}^2} = 0,046 \text{ ft}^2$$

Dari perhitungan ini diperkirakan jarak antara anode sekitar $7,65 \text{ ft}^2 = 2,33 \text{ m}$ atau diperluas menjadi sekitar 2,50 m. Ini untuk daerah tengah kapal, tetapi untuk ujung depan maupun belakang lebih dirapatkan lagi.

Tabel 2. Ukuran Bahan Anode

Bahan Anode	Ukuran	Current ampere anode isolated or optimum spacing	Current ampere anode, tandem spacing	Current ampere anode 5 ft spacing
Zinc	12"x6"x 1,25"	0,4	0,3	0,33
	12"x 3"x 1,25"	0,3	0,23	0,25
Magnesium	36"x10"x6,5" shielded on all faces except for exposed fase	6,0	4,0	5,0
	36"x10"x8" diameter X16" cylinder	4,5		2,0
Aluminium	12"x6"x1,25"	0,32	0,24	0,26
	24"x9"x2"	1,5	0,8	1,0

KESIMPULAN

1. Jumlah *Zinc Anode Protection* (ZAP) yang dibutuhkan pada kapal tidak hanya tergantung pada luas permukaan basah sebuah kapal, namun juga rencana periodisasi penggantian, jenis komposisi material dan ukurannya.
2. Penempatan ZAP di daerah - daerah aliran yang cepat dan di daerah yang terjadi pusaran air laut (di daerah sekitar propeller) dipasang agak rapat jarak antara *Zinc Anodenya*.

DAFTAR PUSTAKA

- Barokah, B., Semin, S., Kaligis, D.D., Huwae, J., Fanani, M Z. & Rompas, P T D. (2018). *Characteristics from Recycled of Zinc Anode used as a Corrosion Preventing Material on Board Ship*. Published under licence by IOP Publishing Ltd.
- Binkoosky, D. (1983). *Tecnology of Ship Repairing*, Moscow.
- Blount, F. E. (1989). *Electrochemical Principles of Cathodic Protection Corrosion Control*. NACE.
- Jatmiko, Sukanto (2009). *Studi Komparasi Proteksi Kathodik Antara Anoda Zink Dengan Anoda Aluminium Setelah Diaplikasikan Pada Tug Boat Universal Dan Tug Boat Mariner,* Kapal, Undip, Semarang ISSN 1829 - 8370.
- Paulus Andrianto. (1985). *Cara Melindungi Korosi Yang Di sebabkan Air Laut pada Badan Kapal,* Majalah Ilmiah Populer, Fakultas Teknik Kelautan ITS, Surabaya.
- Revie, R. W. & Uhlig H. H. (2008). *Iron and Steel, Corros. Control an Introduction to Corros. Sci. Eng.* 4th ed. Hoboken Wiley-Interscience.
- Soekotjo (1985). Perawatan Badan Kapal. *Majalah Ilmiah Populer*. Fakultas Teknik Kelautan ITS, Surabaya.
- Sudjasta B., Suranto, P. J. & Setiani, H. (2018). Analisis Kebutuhan Pemasangan Zink Anode Untuk Mencegah Korosi Pada Lambung Kapal Kapal General Cargo, *Bina Tek.*, vol. 14, no. 2, pp. 209-215.
- Utami (2012). Proteksi Katodik Dengan Anoda Tumbal Sebagai Pengendalian Korosi Baja Dalam Lingkungan Aqueous, *J. Tek. Kim.*, vol. 3, no. 2, pp. 240–245.