

PROTEKSI KATODIK MENGGUNAKAN ZINC ANODE UNTUK MENGHAMBAT KOROSI PADA LAMBUNG KAPAL PORT LINK VII JAKARTA

Teddy Ihza Mahendra^{1*}, Dwisetiono²

^{1),2)}Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Dan Ilmu Kelautan
Universitas Hang Tuah Surabaya

^{*)}ihzamahendrateddy18@gmail.com, ^{*)}dwisetiono@hangtuah.ac.id

ABSTRACT

Cathodic protection is a thermodynamic corrosion rate control method by treating metal structures as cathodes. Cathodic protection is very important to reduce the corrosion rate of the underwater surface area of the hull plate. This protection is affixed to parts of the ship that are susceptible to seawater corrosion, more precisely located below the water line. Most of the damage to the ship's steel construction plate is caused by the corrosion process. As a result of this corrosion causes substantial material losses, so protection is needed to prevent corrosion by using cathodic methods. Basically, corrosion control methods can be grouped into two groups, namely kinetic methods and thermodynamic methods. In the kinetic method of controlling corrosion, it is done by providing barriers to the interaction with the environment so that the corrosion rate can be reduced, but the tendency for corrosion to occur itself is not resolved, so that if the obstacles are removed corrosion will take place again soon. The application of cathodic protection is often combined with coatings. Its purpose is to protect the steel when the coating is damaged.

Keywords: *Proteksi Katodik, Zink Anode*

ABSTRAK

Proteksi katodik adalah salah satu metoda pengendalian laju korosi secara termodinamika dengan cara memperlakukan struktur logam sebagai katoda. Proteksi katodik sangat penting untuk mengurangi laju korosi pada luas permukaan bawah air pelat lambung. Proteksi ini ditempelkan pada bagian kapal yang rentan terhadap korosi air laut, Lebih tepatnya terletak dibawah garis air. 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 cara menggunakan katodik. Metoda pengendalian korosi pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu metode kinetika dan metoda termodinamika. Dalam metoda kinetika pengendalian korosi dilakukan dengan memberi hambatan pada interaksi dengan lingkungannya sehingga laju korosinya dapat dikurangi, tetapi kecenderungan untuk terjadinya korosi itu sendiri tidak diselesaikan, sehingga apabila hambatan ditiadakan korosi akan segera berlangsung lagi. Penerapan proteksi katodik sering dikombinasikan dengan coating. Tujuannya adalah untuk melindungi baja pada saat coating mengalami kerusakan.

Kata Kunci: *Proteksi Katodik, Zinc Anode*

PENDAHULUAN

Laut merupakan wilayah yang paling luas dari permukaan dunia. Dan memiliki sifat korosivitas yang sangat agresif [1]. Bahan logam korosi sebagai akibat dari dampak lingkungan. Kontak dengan air, udara lembab atau beton dapat menyebabkan korosi [2]. Untuk itu struktur baja kapal yang digunakan sebagai sarana transportasi laut harus mendapatkan proteksi untuk mengendalikan serangan korosi pada lingkungan laut. Sebagian besar kerusakan pelat konstruksi baja kapal adalah disebabkan oleh adanya proses korosi [1]. 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 [3]. Korosi adalah kerusakan struktur material sebagai akibat dari reaksi kimia atau electrochemical dengan lingkungannya. Selain degradasi kimia, degradasi fisik juga terlihat [4]. 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 [1]. Proteksi katodik merupakan salah satu metoda pengendalian korosi struktur baja dalam lingkungan elektrolit dengan cara memperlakukan struktur logam sebagai katoda [5]. Utomo menyebutkan bahwa korosi yang terjadi pada permukaan logam akibat reaksi kimia karena Ph air yang rendah dan udara yang lembab, sehingga makin lama logam makin menipis. Biasanya ini terjadi pada pelat baja atau profil logam homogen. Korosi jenis ini bisa dicegah dengan cara diberi lapis lindung yang mengandung inhibitor seperti gemuk, untuk lambung kapal

diberi proteksi katodik [6]. Proteksi katodik sangat penting untuk mengurangi laju korosi pada luas permukaan bawah air pelat lambung. Proteksi ini ditempelkan pada bagian kapal yang rentan terhadap korosi air laut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh proteksi katodik dengan menggunakan zinc anode terhadap laju korosi dengan menganalisis data penggunaan zinc anode di lapangan dan data penggunaan zinc anode hasil perhitungan sehingga yang dipasang sesuai dengan kebutuhan dan mengurangi laju korosi [1].

Misalnya, bahan cair bocor ketika tangki atau pipa rusak akibat adanya proses korosi. Dalam hal ini, dapat menyebabkan penipisan sumber daya produk dan biaya perbaikan yang semakin tinggi [1]. Pada prinsipnya, proteksi katodik dapat digunakan untuk di mana proteksi harus terendam di dalam air asin atau yang semua yang terkena air. Hal itu untuk mendapatkan kajian teknik yang efektif dan efisien tentang keutamaan jenis sistem katodik protection pada lambung kapal dalam operasional di laut bebas, didapatkan hasil yang optimum [7]. Kepadatan logam memang peran yang sangat penting dalam menentukan tingkat korosi. Kepadatan logam harus diketahui sehingga kerugian atau laju tahunan dapat terdeteksi [8]. Sistem ini terdiri dari memperkirakan potensi distribusi, menentukan arus optimal dan mendeteksi cacat proteksi katodik dengan baik [9]-[10].

TINJAUAN PUSTAKA

Yang dimaksud dengan katoda adalah logam yang relatif lebih mulia, yang permukaannya menjadi tempat berlangsungnya reaksi reduksi, sedangkan yang dinamakan anoda adalah logam yang relative lebih aktif, yang menjadi pemasok elektron bagi reaksi reduksi, sehingga terkorosi [3]. Prinsip kerjanya adalah dengan mengubah benda kerja menjadi katoda. Dalam proteksi

katodik salah satu cara untuk mengetahui keberhasilan suatu struktur logam terproteksi dengan baik adalah dengan mengamati potensial antarmuka logam yang dilindungi. Beberapa kriteria yang menggunakan parameter potensial antarmuka, khususnya untuk besi atau baja dalam lingkungan air laut, umumnya mengacu ke standard National Association of Corrosion Engineer NACE (R.P 076-1983) tentang "Corrosion Control of Steel, Fixed Offshore Platform Associated with Petroleum Production " [11].

Seng

Element	MIL-A-18001H composition, %	ASTM B 418 Type 1 composition, %
Aluminum	0.10-0.50	0.10-0.4
Cadmium	0.025-0.15	0.03-0.10
Iron ^(a)	0.005	0.005
Lead ^(a)	0.006	...
Copper ^(a)	0.005	...
Silicon ^(a)	0.125	...
Zinc	rem	rem

Gambar 1. Komposisi anoda zinc untuk air laut [1].

Anoda seng digunakan untuk proteksi katodik padalingkungan tanah yang memiliki resistivitas rendah, beberapa kondisi air seperti air laut, air payau dan air tawar. Berikut ini merupakan tabel komposisi anoda seng untuk penggunaan pada lingkungan air laut [1].

Sistem Proteksi Katodik Metode Anoda Zink

Proteksi katodik metode anoda zink dapat dilakukan dengan menghubungkan anoda zink terhadap material yang akan diproteksi. Material yang akan diproteksi diatur agar berperan sebagai katoda dalam suatu sel korosi dan pasangan yang dihubungkan adalah logam lain yang memiliki potensial yang lebih negatif sehingga berperan sebagai anoda. Elektron akan mengalir dari anoda

ke katoda melalui kabel penghubung sehingga terjadi penerimaan elektron di katoda. Dengan adanya penerimaan elektron tersebut, katoda mengalami reaksi reduksi dan terproteksi dari proses korosi. Berikut adalah kelebihan penerapan sistem proteksi katodik metode anoda zink.

- Pemasangan relatif mudah dan murah.
- Tidak membutuhkan sumber energi listrik dari luar.
- Distribusi arus merata.
- Cocok untuk daerah berstruktur padat.
- Tidak membutuhkan biaya operasional.
- Perawatan mudah.
- Resiko overprotection rendah.

Namun metode ini juga mempunyai beberapa kekurangan sebagai berikut:

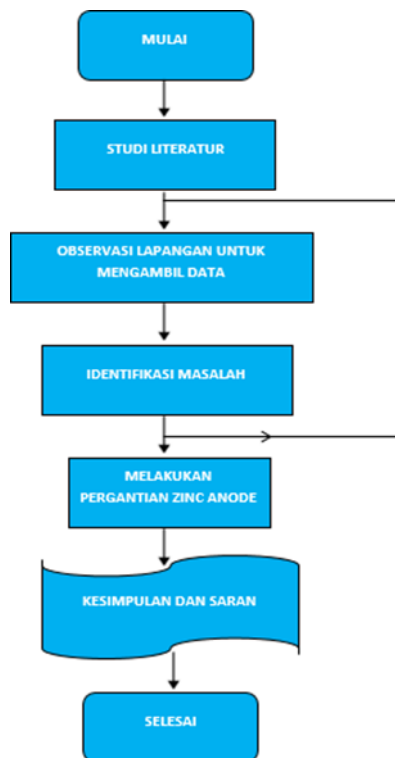
- Keluaran arus terbatas.
- Tidak efektif bila resistivitas elektrolit tinggi.
- Tidak cocok untuk struktur besar yang perlu arus proteksi besar.

Standard Dimensions and Shipping Weights							
ANODE TYPE	NOMINAL DIMENSIONS in (mm)					NOMINAL WT. lbs (kgs)	
	"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	BARE	PKGD.
SOIL PACKAGED ANODES							
5 lb	1.4 (35.5)	1.4 (35.5)	9 (228.6)	15 (381)	5 (127)	5 (2.3)	24 (10.8)
12 lb	1.4 (35.5)	1.4 (35.5)	24 (609.6)	30 (762)	5 (127)	12 (5.4)	48 (21.7)
18 lb	1.4 (35.5)	1.4 (35.5)	36 (914.4)	42 (1066.8)	5 (127)	18 (8.1)	70 (31.7)
30 lb	1.4 (35.5)	1.4 (35.5)	60 (1524)	66 (1676.4)	5 (127)	30 (13.6)	95 (43.0)
30 lb	2 (50.8)	2 (50.8)	30 (762)	36 (914.4)	5 (127)	30 (13.6)	70 (31.7)
45 lb	2 (50.8)	2 (50.8)	45 (1143)	51 (1295.4)	5 (127)	45 (20.4)	110 (49.9)
60 lb	2 (50.8)	2 (50.8)	60 (1524)	66 (1676.4)	5 (127)	60 (27.2)	130 (58.9)

Gambar 2. Tabel Dimensi zinc Anode

Sistem proteksi katodik anoda zink biasanya diterapkan pada perlindungan tangki dalam tanah, jaringan pipa dalam tanah, jaringan kabel listrik dan komunikasi dalam tanah, tangki air panas dan struktur kapal laut.

METODE PENELITIAN



3.1 Observasi Lapangan

Selama penulisan studi literatur ini penulis melakukan pengumpulan data langsung dari lapangan guna menunjang masalah apa saja yang ditemukan.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan berbagai referensi guna menunjang penulisan ini. Referensi yang diperlukan dapat dicari melalui berbagai media.

3.3 Pergantian Zinc Anode

Pergantian dilakukan setiap 3 tahun sekali setelah kapal naik dok. Aturan ini sudah ditentukan oleh biro klasifikasi indonesia (BKI).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Korosi adalah kerusakan atau degradasi logam akibat reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki. Dalam

bahasa sehari-hari korosi disebut perkaratan. Korosi yang menyangkut bahasan berbagai disiplin ilmu, atau dengan kata lain menggabungkan unsur-unsur fisika, kimia, metalurgi, elektronika dan perekayasa. Kebanyakan dari kita yang berkecimpung dalam penanggulangan korosi sering mempunyai latar belakang salah satu atau beberapa disiplin ilmu utama tetapi tidak semuanya jadi seorang pakar elektronika tidak selalu mendalami aspek-aspek korosi dari segi metalurgi atau rekayasa, sementara pakar metalurgi perekayasa mekanik atau perekayasa struktur tidak harus memahami secara lengkap prinsip-prinsip kelistrikan dibalik suatu uji suatu korosi [1].

Metoda pengendalian korosi pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu metoda kinetika dan metoda termodinamika [12]. Dalam metoda kinetika pengendalian korosi dilakukan dengan memberi hambatan pada interaksi dengan lingkungannya sehingga laju korosinya dapat dikurangi, tetapi kecenderungan untuk terjadinya korosi itu sendiri tidak diselesaikan, sehingga apabila hambatan ditiadakan korosi akan segera berlangsung lagi [12].

Selain dari pada itu apabila jumlah hambatan yang ditambahkan tidak mencukupi maka korosi akan menjadi lebih parah lagi misalnya terjadinya korosi setempat. Salahsatu metoda termodinamika adalah proteksi katodik yang diterapkan secara luas. Kapal yang akan digunakan untuk pemasangan zinc anode adalah kapal Port Link VII jakarta yang kebetulan kini sedang docking.

Kapal tersebut berada di dok dikarenakan adanya perawatan tahunan ditambah adanya masalah yang terletak pada plat dasar double bottom (Base Line) sekaligus pergantian zinc anode yang telah terkikis oleh air laut. Oleh karena itu perlu adanya pengecekan dan pergantian pada bagian-bagian tersebut. (Rules for the Classification and 2014 Edition Biro Klasifikasi Indonesia, 2014).

4.1. Backfill Anoda Zinc

Pemakaian anoda zink yang diterapkan untuk proteksi katodik di dalam tanah perlu menggunakan pembungkus yang disebut *backfill*. Backfill merupakan kantung kecil yang berisi campuran material dengan komposisi 75% gypsum, 20% bentonit, dan 5% natrium sulfat. Campuran ini menghasilkan resistivitas 50 ohm/cm apabila campuran dijenuhkan dengan air. *Backfill* ini berfungsi untuk memberikan lingkungan yang merata, sehingga luaran (*output*) arus anoda dapat diperkirakan tetap, menurunkan resistivitas dari fasa anoda dengan tanah, dan mencegah kontak langsung antara anoda dengan tanah [1].

Sistem Proteksi Katodik

Sistem proteksi katodik banyak digunakan untuk

memproteksi struktur baja yang berada di dalam tanah dan lingkungan air laut, dan sedikit digunakan (Pada kondisi tertentu) untuk penempatan baja dalam air tawar. Dalam banyak kasus, penerapan proteksi katodik sering dikombinasikan dengan coating. Tujuannya adalah untuk melindungi baja pada saat coating mengalami kerusakan. Pada saat ini, penerapan sistem proteksi katodik telah meningkat secara cepat dengan banyaknya penerapan di area eksplorasi serta produksi minyak dan gas yang berada di offshore. Metode proteksi ini merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk memproteksi bagian material yang terendam oleh air, terutama air laut [1].

Sifat	Anoda Zn	Anoda Al
Air laut sampai 500	Zn	Al
500 - 1500	Zn dengan <i>backfill</i>	-----
1500 - 4000	-----	-----
4000 - 6000	-----	-----

Gambar 2: Tabel aplikasi anoda Zn [3].

Anoda Zn :

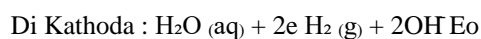
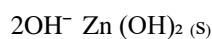
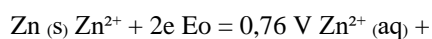
- Zn murni jarang digunakan
- Unsur pepadu tipikal : 0,5% Al; 0,1% Si (Cd).
- Tidak digunakan pada suhu di atas 400C

Reaksi –Reaksi Yang Terjadi

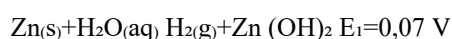
Untuk Zink :

Reaksi – reaksi yang terjadi :

Di Anoda :



$$= 0,83 \text{ V}$$



4.2. Perhitungan Massa Anoda Zinc Anode



Gambar 3: Zinc Anode

Det Norske Veritas Industri Norge AS, RP B401, 7.7

Total masa anoda M (kg), desain umur

dari katodik proteksi *t_f* (tahun), Desain arus

density *I_c* (rata – rata)(Veritas, 2010)

$$M = \frac{I_c (\text{rata – rata}) \cdot t \cdot 8760}{u \cdot \epsilon}$$

Dimana (*A.h/kg*) adalah *electrochemical efficiency* material anoda, *u* adalah factor penggunaan dan 8760 dari pertahun dijadikan perjam.

4.3. Menentukan Ukuran Anoda Zinc

Anode zink yang dipasang pada Kapal verry port link VII jakarta adalah anode zink dengan dengan dimensi anoda 300 mm x 150 mm x 30 mm (P x L x T) dengan berat netto 8.75 Kg. Penambahan anoda zink 20 % untuk tempat-tempat kritis dan sebagai faktor keamanan. Sedangkan jumlah anoda zink berdasarkan panjang total kapal yang tercelup air dapat dihitung dengan rumus dibawah [1].

$$\text{Jarak} = \frac{\text{Panjang kapal yang tercelup air}}{\text{Jumlah anoda zink}}$$



Gambar 4: Proses Pemasangan Zinc Anode pada lambung kapal

Zinc anoda dipasang dengan cara di las di bagian peyangganya. Dan penempatan posisi zinc anode ini harus dibawah syarat kapal yang tercelup oleh air laut. Biasanya zinc anode dipasang pada bagian lambung kapa haluan sampai dengan buritan.



Gambar 5: Zinc anode yang telah terpasang

4.4. Pengujian NDT (Non Destructive Testing)

Non destrructive testing (NDT) adalah aktivitas tes atau inspeksi terhadap suatu benda untuk mengetahui adanya cacat, retak, atau discontinuity lain tanpa merusak benda yang kita tes atau inspeksi. Pada dasarnya, tes ini dilakukan untuk menjamin bahwa material yang kita gunakan masih aman dan belum melewati damage tolerance. Material pesawat diusahakan semaksimal mungkin tidak mengalami kegagalan (failure) selama masa penggunaannya. NDT dilakukan paling tidak sebanyak dua kali. Pertama, selama dan diakhir proses fabrikasi, untuk menentukan suatu komponen dapat diterima setelah melalui tahap-tahap fabrikasi. NDT ini dijadikan sebagai bagian dari kendali mutu komponen [13].

4.5. Final Inspection

Final Inspection adalah suatu kegiatan akhir penilaian terhadap suatu produk, apakah produk itu baik atau rusak ataupun untuk penentuan apakah dapat diterima atau tidak berdasarkan metode & standard yang sudah ditentukan. Dengan kata lain inspeksi adalah kegiatan operasional untuk memeriksa material atau part yang diperlukan oleh proses produksi untuk dapat memenuhi spesifikasi pada proses berikutnya atau memenuhi spesifikasi pelanggan sebelum produk tersebut dikirim. Inpeksi mencakup pengukuran material, partpart atau produk jadi dengan methodode tertentu dan membandingkan hasilnya dengan standard

(drawing, JIS dsb) untuk penentuan keterterimaannya. Pengukuran yang dimaksudkan disini, tidak hanya bersifat dimensional (Vernier caliper, Micrometer, dsb) ataupun pengujian Properties (hardness serta komposisi kimia) tetapi juga Sensory (Noise check , Visual check : noda dan Crack) [13].

KESIMPULAN DAN SARAN

Proteksi katodik menggunakan zinc anode merupakan suatu metode untuk meminimalisir terjadinya korosi pada struktur logam. Jenis katodik yang dipakai ialah katoda galvanik yang sering digunakan di dunia perkapalan. Anode yang saya gunakan dengan dimensi 300 mm x 150 mm x 30 mm (P x L x T) dengan berat netto 8.75 Kg. Pemasangan zinc anode sangat diperlukan, sebab fungsinya sangat penting untuk masa ketahanan logam terhadap korosi, sehingga pemasangan zinc anode dapat menghambat kerusakan material logam.

REFERENSI :

- [1] B. Sudjasta, P. J. Suranto, and H. Setiani, "ANALISIS KEBUTUHAN PEMASANGAN ZINK ANODE UNTUK MENCEGAH KOROSI PADA LAMBUNG KAPAL KAPAL GENERAL CARGO," *Bina Tek.*, vol. 14, no. 2, pp. 209–215, 2018.
- [2] P. A. Schweitzer, "Corrosion of Linings and Coatings, Cathodic and Inhibition Protection and Corrosion Monitering." Taylor & Francis Group, New York, 2007.
- [3] S. Jatmiko, "STUDI KOMPARASI PROTEKSI KATHODIK ANTARA ANODA ZINK DENGAN ANODA ALUMINIUM SETELAH DIAPLIKASIKAN PADA TUG BOAT UNIVERSAL DAN TUG BOAT MARINER," *Kapal*, 2009.
- [4] R. W. Revie and H. H. Uhlig, "Iron and Steel," *Corros. Corros. Control an Introd. to Corros. Sci. Eng. 4th ed. Hoboken Wiley-Interscience*, 2008.
- [5] F. E. Blount, "Electrochemical Prinsiples of Cathodic Protection Corrosion Control." NACE, 1989.
- [6] B. Utomo, "Jenis korosi dan penanggulangannya," vol. 6, no. 2, pp. 138–141, 2009.
- [7] T. Karyono, B. Budiando, and R. G. Pamungkas, "ANALISIS TEKNIK

- PENCEGAHAN KOROSI PADA LAMBUNG KAPAL DENGAN VARIASI SISTEM PENCEGAHAN ICCP DIBANDINGKAN DENGAN SACP,” *J. Pendidik. Prof.*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [8] J. R. Davis, *Corrosion: Understanding the basics*. Asm International, 2000.
- [9] M. Tanaka and H. D. Bui, *Inverse Problems in Engineering Mechanics: IUTAM Symposium Tokyo, 1992*. Springer Science & Business Media, 2013.
- [10] H. D. Bui, M. Tanaka, M. B. A. H. MAIGRE, E. LUZZATO, and M. REYNIER, “Inverse Problems in,” *Eng. Mech.*, 1994.
- [11] I. Utami, “Proteksi Katodik Dengan Anoda Tumbal Sebagai Pengendalian Korosi Baja Dalam Lingkungan Aqueous,” *J. Tek. Kim.*, vol. 3, no. 2, pp. 240–245, 2012.
- [12] I. Utami, “PROTEKSI KATODIK DENGAN ANODA TUMBAL SEBAGAI PENGENDALI LAJU KOROSI BAJA DALAM LINGKUNGAN AQUEOUS.”
- [13] S. Soeryanto, A. A. Mashuri, and B. Samudra, “Proses Repairing Ponton di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya,” *Otopro*, vol. 12, no. 2, p. 50, 2019, doi: 10.26740/otopro.v12n2.p50-57.