

Deskriptif Pencegahan Korosi Pada Pelat Baja Badan Kapal Menggunakan Perlindungan Katoda Dengan Metode Zinc Anoda Sebagai Anoda Korban

Yuni Mariah^{1*}, Amalil Aziz², Simson Katiandagho³

^{1,2,3}Akademi Maritim Djadajat
yunimariah71@gmail.com

Abstract

Seawater corrosion is a major cause of damage to marine vessels. The ship's hull plating is the area most directly exposed to seawater; both the submerged and above-water sections of the hull are susceptible to corrosion. Corrosion on hull plating can compromise the vessel's structural integrity and service life, as well as reduce its speed. One method for preventing corrosion in steel ships is cathodic protection using zinc anodes—acting as sacrificial anodes based on electrochemical principles—where the oxidation reaction within the galvanic cell is concentrated at the anode, thereby suppressing the rate of cathodic corrosion within the same cell. This study aims to describe the cathodic protection system utilizing zinc anodes to prevent corrosion on ship hull plating. A qualitative descriptive approach was employed, gathering data through observation, interviews, and direct photographic documentation of a vessel undergoing dry-docking at a shipyard. The results demonstrate that cathodic protection using zinc anodes is an effective method for preventing corrosion in metal structures; specifically, it protects hull sections that are highly vulnerable to various forms of corrosion. Under this method, the steel hull plating acts as the cathode and is protected from corrosion, while the zinc material serves as the sacrificial anode and undergoes corrosion due to the oxidation reaction.

Keywords: Ship Hull Plating, Corrosion Prevention, Cathodic Protection, Zinc Anode

Abstrak

Salah satu sumber kerusakan terbesar pada kapal laut adalah disebabkan oleh korosi air laut. Pelat lambung kapal adalah daerah yang pertama kali terkena air laut. Pada daerah lambung kapal bagian bawah air ataupun daerah atas air rentan terkena korosi. Korosi pada pelat badan kapal dapat mengakibatkan turunnya kekuatan dan umur pakai kapal, mengurangi kecepatan kapal. Pencegahan korosi pada kapal baja salah satunya menggunakan perlindungan katoda dengan metode zinc anoda sebagai anoda korban berdasarkan prinsip elektrokimia, di mana reaksi oksidasi dalam sel galvanik terkonsentrasi pada anoda yang mampu menekan laju korosi katoda pada sel yang sama. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan sistem proteksi katodik menggunakan zinc anoda dalam mencegah korosi pada pelat badan kapal. Tujuan penelitian ini untuk mendeskripsikan sistem proteksi katodik menggunakan zinc anoda dalam mencegah korosi pada pelat badan kapal. Penelitian dilakukan deskriptif kualitatif dan mengumpulkan data terhadap obyek melalui observasi, wawancara serta menggunakan dokumentasi pengambilan gambar secara langsung pada kapal yang sedang dok di galangan kapal. Hasil penelitian menunjukkan pencegahan korosi kapal dengan perlindungan katoda menggunakan zinc anoda terbukti sebagai metode untuk mencegah terjadinya korosi pada struktur logam dengan metode perlindungan katoda menggunakan bahan zinc anoda berguna untuk melindungi bagian lambung kapal yang sangat rentan mengalami berbagai jenis korosi. Dengan metode tersebut pelatbaja kapal yang dijadikan sebagai katoda akan dilindungi dari korosi, sedangkan pada bahan zinc sebagai anoda korban akan mengalami korosi karena reaksi oksidasi.

Kata Kunci: Pelat Lambung Kapal, Pencegahan Korosi, Perlindungan Katoda, Zinc Anoda

Copyright (c) 2026 Yuni Mariah, Amalil Aziz, Simson Katiandagho

✉ Corresponding author: Yuni Mariah

Email Address: yunimariah71@gmail.com (Akademi Maritim Djadajat)

Received 10 Agustus 2026, Accepted 18 Agustus 2026, Published 28 Agustus 2026

PENDAHULUAN

Industri perkapalan merupakan salah satu sektor vital dalam transportasi laut di Indonesia sebagai negara kepulauan. Kapal-kapal yang beroperasi di perairan nusantara sebagian besar menggunakan bahan baku baja pada kontruksi lambung kapal. Namun penggunaan baja pada lambung kapal menghadapi tantangan serius berupa korosi karena lingkungan air laut Pelat lambung kapal merupakan

bagian konstruksi yang paling pertama dan paling parah yang mengalami kerusakan akibat serangan korosi di lingkungan air laut.

Kerusakan pada pelat konstruksi baja kapal pada umumnya disebabkan oleh proses korosi yang terjadi pada material tersebut (Sudjasta, 2018). Korosi yang tidak dikendalikan dapat menyebabkan penipisan pelat, kebocoran, bahkan kegagalan struktur yang membahayakan keselamatan pelayaran serta menimbulkan kerugian ekonomi akibat biaya perbaikan dan docking yang tinggi.

Korosi tidak dapat dihilangkan sepenuhnya, namun dapat dikendalikan melalui berbagai metode perlindungan. Salah satu metode yang paling efektif dan umum digunakan untuk melindungi terhadap lambung kapal dari risiko korosi dapat dilakukan melalui penerapan proteksi katodik menggunakan sistem anoda korban. Metode ini memanfaatkan prinsip elektrokimia dengan memasang logam yang lebih reaktif (anoda) yang akan terkorosi terlebih dahulu sehingga melindungi struktur baja utama (katoda). Jenis anoda korban yang sering digunakan antara lain paduan seng (zinc), aluminium, dan magnesium. Pemilihan jenis anoda disesuaikan dengan resistivitas lingkungan perairan. Zinc anoda atau anoda korban adalah paduan seng menjadi salah satu pilihan utama dalam proteksi katodik lambung kapal karena memiliki potensial elektrokimia yang sesuai untuk melindungi baja dari lingkungan air laut, biaya yang relatif murah, mudah dibentuk sesuai ukuran, serta mampu terkorosi secara merata.

Perlindungan katoda berperan penting dalam mengendalikan serta mengurangi laju korosi pada seluruh permukaan pelat lambung kapal yang berada di bawah permukaan air. Perlindungan terhadap korosi ini menggunakan zinc anoda yang ditempelkan pada bagian kapal yang rentan terhadap korosi air laut. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan sistem proteksi katodik dengan menggunakan anoda seng (zinc anode) sebagai upaya untuk mencegah serta mengendalikan terjadinya korosi pada pelat badan kapal.

Pengertian Korosi

Korosi atau karat merupakan suatu proses penurunan kualitas dan sifat material logam yang disebabkan oleh interaksi yang tidak menguntungkan dengan lingkungan sekitarnya. Secara elektrokimia, korosi didefinisikan sebagai proses degradasi material akibat reaksi redoks antara logam dengan lingkungannya, di mana logam mengalami oksidasi (kehilangan elektron) dan lingkungan mengalami reduksi (menerima elektron). Korosi pada baja yang berada dalam lingkungan air laut terjadi karena adanya perbedaan potensial elektrokimia antara area anodik dan katodik pada permukaan logam yang terpapar elektrolit berupa air laut.

Mekanisme Korosi pada Baja di Lingkungan Air Laut

Tahap awal proses korosi pada baja dalam lingkungan air laut ditandai dengan terbentuknya sel galvanik mikro pada permukaan material baja. Bagian logam yang bertindak sebagai anoda akan melepaskan ion logam (Fe^{2+}) ke dalam larutan, sementara elektron yang dilepaskan mengalir melalui logam menuju area katoda. Di area katoda, Elektron selanjutnya bereaksi dengan oksigen terlarut dan molekul air sehingga menghasilkan ion hidroksida (OH^-). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

1. Reaksi anodik: $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$
2. Reaksi katodik: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$

Ion Fe^{2+} yang dihasilkan kemudian mengalami reaksi dengan ion hidroksida (OH^-) membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_2$, yang selanjutnya mengalami proses oksidasi hingga menghasilkan berbagai senyawa produk korosi atau karat ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Air laut yang mengandung garam NaCl mempercepat proses ini karena ion klorida (Cl^-) bersifat agresif terhadap lapisan pasif baja dan meningkatkan konduktivitas elektrolit.

Proteksi Katodik

1. Pengertian Proteksi Katodik

Proteksi katodik adalah suatu metode pengendalian korosi pada material logam yang memanfaatkan prinsip reaksi elektrokimia, dengan memusatkan proses oksidasi pada anoda sehingga dapat menghambat dan mengurangi laju korosi yang terjadi pada bagian katoda dalam sel yang sama. Metode ini bekerja dengan menjadikan struktur yang akan dilindungi sebagai katoda dari suatu sel elektrokimia, sehingga reaksi oksidasi (korosi) tidak terjadi pada struktur tersebut.

2. Metode Proteksi Katodik

Terdapat dua metode utama dalam sistem proteksi katodik:

- a. Sistem Anoda Arus Paksa (Impressed Current Cathodic Protection/ICCP): Menggunakan sumber arus listrik dari luar (rectifier) untuk mengalirkan arus proteksi melalui anoda inert (seperti MMO/titanium). Metode ini memiliki masa pakai yang panjang dan cocok untuk struktur besar, tetapi membutuhkan sumber daya listrik eksternal dan biaya operasional.
- b. Sistem Anoda Korban (Sacrificial Anode): Menggunakan logam yang lebih reaktif (anoda korban) yang akan terkorosi lebih dulu dibandingkan struktur yang dilindungi. Anoda korban secara alami menghasilkan arus proteksi melalui perbedaan potensial galvanik antara anoda dan struktur.

Metode anoda korban memiliki beberapa keunggulan, antara lain proses pemasangannya relatif mudah dan ekonomis, tidak membutuhkan sumber energi listrik eksternal, serta mampu menghasilkan distribusi arus proteksi yang relatif merata, dan tidak membutuhkan biaya operasional. Namun, metode ini juga memiliki beberapa keterbatasan, antara lain kapasitas arus proteksi yang terbatas, kurang efektif diterapkan pada elektrolit dengan resistivitas tinggi, serta kurang sesuai untuk melindungi struktur berukuran besar yang membutuhkan arus proteksi dalam jumlah tinggi.

Anoda Korban (Sacrificial Anode)

1. Prinsip Kerja Anoda Korban

Anoda korban bekerja berdasarkan prinsip deret galvanik (galvanic series). Logam dengan potensial elektrokimia lebih negatif (lebih anodik) akan terkorosi lebih dulu ketika dihubungkan secara elektrik dengan logam yang memiliki potensial lebih positif (lebih katodik) dalam suatu elektrolit. Pada sistem proteksi katodik kapal, anoda korban yang terbuat dari seng, aluminium, atau magnesium dipasang pada lambung baja. Anoda ini akan melepaskan elektron dan terkorosi, sementara elektron

yang dilepaskan mengalir melalui sambungan listrik menuju pelat baja, membuat baja menjadi katoda dan terlindungi dari korosi.

2. Jenis-jenis Anoda Korban

Berdasarkan material penyusunnya, anoda korban yang umum digunakan terdiri dari tiga jenis utama:

- a. Anoda Magnesium (Mg): Memiliki potensial paling negatif, cocok untuk lingkungan dengan resistivitas tinggi (>500 ohm/cm). Namun memiliki efisiensi yang lebih rendah dan laju konsumsi yang cepat.
- b. Anoda Seng (Zn): Memiliki potensial antara $-1,00$ V hingga $-1,05$ V (vs Ag/AgCl), cocok untuk lingkungan dengan resistivitas $150-500$ ohm/cm seperti air laut. Anoda seng memiliki efisiensi elektrokimia yang baik dan biaya yang relatif murah.
- c. Anoda Aluminium (Al): Memiliki potensial yang baik untuk air laut dengan resistivitas <150 ohm/cm. Anoda aluminium memiliki kapasitas arus yang tinggi dan ringan.

Korosi yang terjadi di lingkungan laut memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap masa pakai kapal. Oleh sebab itu, diperlukan strategi pengendalian korosi yang efektif melalui pemilihan sistem pelapisan yang tepat dan sesuai dengan karakteristik lingkungan laut. Penerapan lapisan cat pada lambung kapal berfungsi sebagai salah satu metode perlindungan terhadap konstruksi kapal, khususnya pada bagian yang berada di bawah garis air maupun konstruksi yang terletak di atas garis air.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Korosi

Berapa faktor lingkungan yang mempengaruhi terjadinya korosi adalah:

1. Salinitas: Air laut umumnya memiliki pH yang rendah (cenderung asam) sehingga dapat mempercepat proses korosi pada bagian-bagian terbuka lambung kapal yang bersentuhan langsung dengan air laut.
2. Temperatur, Peningkatan temperatur dapat mempercepat laju reaksi kimia, sehingga proses korosi pada material logam juga berlangsung semakin cepat.
3. Kecepatan aliran, Kecepatan aliran yang semakin tinggi dapat menyebabkan pengikisan atau kerusakan pada lapisan film pelindung di permukaan logam, sehingga logam lebih mudah terpapar lingkungan dan mengalami peningkatan laju korosi.
4. pH, Kondisi pH tertentu yang mendukung aktivitas mikroorganisme dapat meningkatkan laju korosi, terutama korosi yang dipengaruhi oleh aktivitas mikroba.
5. Kadar oksigen, Semakin tinggi kadar oksigen dalam suatu lingkungan, semakin mudah reaksi oksidasi berlangsung, sehingga dapat meningkatkan laju proses korosi pada material logam.
6. Kelembaban udara.

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menggambarkan, memaparkan, dan menganalisis fenomena secara

sistematis, faktual, dan akurat mengenai keadaan atau kondisi tertentu. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini bermaksud untuk memahami secara mendalam realitas di lapangan mengenai implementasi sistem proteksi katodik menggunakan zinc anode serta pola korosi yang terjadi pada pelat baja badan kapal, tanpa melakukan manipulasi variabel atau pengujian hipotesis statistik.

Penelitian ini dilakukan di kapal yang sedang docking di galangan kapal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencegahan Korosi Dengan Perlindungan Katoda Metode Zinc Anoda

1. Cara Kerja Perlindungan Katoda Metode Zinc Anoda

Perlindungan katoda adalah melindungi badan kapal terhadap proses kathodic. Dilakukan dengan Galvanisasi pelapisan dengan zink, dengan menggunakan zink plate dipasang pada baja di mana sekitarnya terdapat bahan perunggu/kuningan (pada baling-baling atau sea chest). Karena zink mempunyai tekanan larutan yg lebih besar daripada baja maka akan termakan/rusak lebih dahulu hingga kulit kapal/baja terlindung.

Perlindungan katoda dengan metode anoda zinc dilakukan dengan menghubungkan anoda zinc secara langsung pada material yang akan dilindungi. Material tersebut dikondisikan untuk berperan sebagai katoda dalam sistem sel korosi, sedangkan logam yang memiliki potensial elektrokimia lebih negatif berfungsi sebagai anoda. Selanjutnya, elektron mengalir dari anoda menuju katoda melalui penghantar, sehingga terjadi penerimaan elektron pada katoda yang dapat menghambat terjadinya proses korosi.

Prinsip dasar pada sel korosi basah menunjukkan bahwa proses korosi berlangsung pada bagian anoda, sedangkan katoda merupakan bagian yang terlindungi dari proses tersebut. Anoda yang dipasang dan dihubungkan pada suatu struktur dengan tujuan memberikan perlindungan terhadap korosi dikenal sebagai anoda korban (*sacrificial anodes*). Pemilihan material yang berfungsi sebagai anoda dapat dilakukan dengan mengacu pada karakteristik potensial elektrokimia berdasarkan deret galvanik.

Sel Volta atau sel Galvani merupakan suatu sel elektrokimia yang berfungsi mengonversi energi kimia yang dihasilkan dari reaksi redoks spontan menjadi energi listrik. Deret Volta merupakan susunan logam yang diurutkan berdasarkan nilai potensial elektroda standarnya.

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au

Semakin kiri deret volta mudah mengalami oksidasi, potensial elektroda lebih negatif, semakin reaktif dan mudah melepas elektron. Pada katoda terjadi reaksi reduksi, Pada anoda terjadi reaksi oksidasi.

2. Komposisi Anoda Zinc

Anoda seng digunakan sebagai metode proteksi katodik pada lingkungan tanah dengan resistivitas rendah serta pada berbagai kondisi perairan, seperti air laut, air payau, dan air tawar. Adapun komposisi material anoda seng yang diperuntukkan bagi penggunaan pada lingkungan air laut disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Komposisi anoda zinc untuk air laut.

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

Anoda Zn terdiri dari:

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

Anoda Korban Paduan Seng

Efektivitas seng sebagai anoda dalam sistem proteksi katodik sangat dipengaruhi oleh kemampuannya untuk mengalami proses pelarutan dengan laju yang relatif konstan. Seng murni yang digunakan secara komersial cenderung mengalami korosi dalam lingkungan air laut dan membentuk lapisan permukaan yang kedap, sehingga dapat menghambat keluaran arus listrik dari anoda. Di antara unsur pengotor seperti besi, tembaga, dan timbal, besi merupakan unsur yang paling berpotensi menurunkan kinerja anoda seng. Hal tersebut disebabkan oleh tingkat kelarutan besi dalam seng yang sangat rendah, yaitu kurang dari 0,0014%, sehingga kelebihan kandungan besi dapat membentuk partikel-partikel terpisah. Partikel tersebut selanjutnya dapat memicu terbentuknya sel galvanik lokal yang menghasilkan lapisan seng hidroksida dan seng karbonat. Lapisan ini bersifat tidak larut dan memiliki konduktivitas listrik yang rendah, sehingga dapat menghambat proses pelarutan anoda dan pada akhirnya menurunkan efektivitas seng sebagai anoda korban dalam sistem proteksi katodik (Trethewey, 1991).

Komposisi kimia anoda korban yang direkomendasikan untuk digunakan pada kapal berdasarkan ketentuan Biro Klasifikasi Indonesia dalam *Regulation for the Corrosion Protection and Coating System* disajikan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Anoda Korban Seng Aplikasi Dalam Media Air Laut

Elemen	KI-Zn I	KI-Zn 2
Al	0,100-0,500	≤ 0,0100
Cd	0,025-0,070	≤ 0,0040
Cu	≤ 0,005	≤ 0,0050
Fe	≤ 0,005	≤ 0,0014
Pb	≤ 0,006	≤ 0,0060

Zn	$\geq 99,22$	$\geq 99,880$
Potential (T=20°C)	-1,03 Volt Ag/AgCl/See	-1,03 Volt Ag/AgCl/See
Qg (T=20°C)	780 Ah/Kg	780 Ah/Kg
Efficiency (T=20°C)	95%	95%

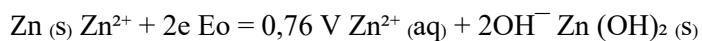
Reaksi Kimia Pada Perlindungan Katoda Dengan Zinc Anoda

Reaksi–reaksi yang terjadi pada perlindungan katoda dengan menggunakan Zinc Anoda adalah sebagai berikut:

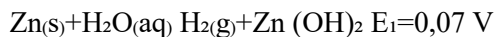
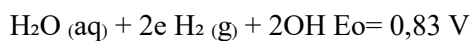
Untuk Zink :

Reaksi–reaksi yang terjadi:

Di Anoda:



Di Kathoda:



Cara Pemasangan Zinc Anoda

Pemasangan zinc anoda dilakukan dengan mengelas anoda pada bagian penyangga yang telah disediakan. Penempatan zinc anoda harus berada di bawah garis sarat kapal sehingga selalu terendam oleh air laut selama kapal beroperasi. Pada umumnya, zinc anoda dipasang pada permukaan lambung kapal dan ditempatkan secara merata mulai dari bagian haluan hingga buritan untuk memberikan perlindungan katodik terhadap korosi.

Zink plate dipasang terakhir setelah pengecatan, sebab bila bahan tersebut tertutup cat akan menghambat kerjanya. Pemasangan zink pada badan kapal harus benar-benar lengket dan jangan tertutup cat yang berakibat tidak ada efeknya sama sekali sebagai pelindung terhadap korosi. Jangan memasang zink pelindung (protective) dengan zink yg dicetak dengan pemanasan yg dilakukan sendiri, karena akibat panas zink yg dicetak sendiri tidak akan hancur oleh air laut.



Gambar 1. Cara Pemasangan Zinc Anoda

Penggunaan Zinc Anoda Untuk Perlindungan Katoda Pada Kapal Niaga

Perlindungan katoda adalah melindungi badan kapal terhadap proses kathodic. Dilakukan dengan Galvanisasi pelapisan dengan zink, dengan menggunakan zink plate dipasang pada baja di mana sekitarnya terdapat bahan perunggu/kuningan (pada baling2 atau sea chest). Karena zink mempunyai tekanan larutan yg lebih besar daripada baja maka akan termakan/rusak lebih dahulu hingga kulit kapal/baja terlindung.

Zinc dianggap sebagai bahan yang dapat diandalkan, tetapi tidak cocok digunakan pada suhu yang lebih tinggi karena cenderung pasif (tegangan elektroda standar menjadi kurang negative, jika hal ini terjadi arus listrik mungkin berhenti mengalir dan anoda berhenti bekerja. Kapal yang menggunakan konstruksi berbahan baja perlu dilengkapi dengan zinc anoda sebagai anoda korban untuk memberikan perlindungan terhadap bagian-bagian penting dari struktur kapal. Penerapan sistem tersebut bertujuan untuk memperpanjang masa pakai konstruksi baja sekaligus mengurangi biaya pemeliharaan akibat kerusakan yang disebabkan oleh korosi.

KESIMPULAN

1. Perlindungan katoda menggunakan zinc anoda terbukti sebagai metode untuk mencegah terjadinya korosi pada struktur logam.
2. Pencegahan korosi kapal dengan metode perlindungan katoda menggunakan bahan zinc anoda berguna untuk melindungi bagian lambung kapal yang sangat rentan mengalami berbagai jenis korosi.
3. Dengan metode tersebut baja kapal yang dijadikan sebagai katoda akan dilindungi dari korosi, sedangkan pada bahan zinc sebagai anoda korban akan mengalami korosi karena reaksi oksidasi.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- B. Utomo, "Jenis korosi dan penanggulangannya," vol. 6, no. 2, pp. 138–141, 2009.
- F. E. Blount, "Electrochemical Principles of Cathodic Protection Corrosion Control." NACE, 1989.
- H. D. Bui, M. Tanaka, M. B. A. H. MAIGRE, E. LUZZATO, and M. REYNIER, "Inverse Problems in," Eng. Mech., 1994.
- 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.
- I. Utami, "PROTEKSI KATODIK DENGAN ANODA TUMBAL SEBAGAI PENGENDALI LAJU KOROSI BAJA DALAM LINGKUNGAN AQUEOUS."
- J. R. Davis, Corrosion: Understanding the basics. Asm International, 2000.

- M. Tanaka and H. D. Bui, *Inverse Problems in Engineering Mechanics: IUTAM Symposium Tokyo*, 1992. Springer Science & Business Media, 2013.
- Marcus P., and Oudar J., 1995. *Corrosion Mechanisms in Theory and Practice*, Marcel Dekker Inc.
- P. A. Schweitzer, "Corrosion of Linings and Coatings, Cathodic and Inhibition Protection and Corrosion Monitoring." Taylor & Francis Group, New York, 2007.
- R. W. Revie and H. H. Uhlig, "Iron and Steel," *Corros. Control and Introd. to Corros. Sci. Eng.* 4th ed. Hoboken Wiley-Interscience, 2008.
- Rozenfeld I.L., 1981. *Corrosion Inhibitor*, McGraw-Hill Inc.
- S. Jatmiko, "STUDI KOMPARASI PROTEKSI KATHODIK ANTARA ANODA ZINK DENGAN ANODA ALUMINIUM SETELAH DIAPLIKASIKAN PADA TUG BOAT UNIVERSAL DAN TUG BOAT MARINER," Kapal, 2009.
- 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.
- T. Karyono, B. Budianto, 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.
- West J.M., 1986. *Basic Corrosion and Oxidation*, Second Ed., Ellis Horwood Publishers Limited, England.
- www.corrosiondoctor.org