

ANALISIS PENGARUH SIFAT KIMIA AIR LAUT TERHADAP KOROSI LOGAM DAN PENGENDALIANNYA MENGGUNAKAN PROTEKSI KATODIK

Siska Dwi Febriyani¹, Rabena Aprilla², Nelvi Helmania Putri³, Hilfi Pardi^{4*}

Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Maritim Raja Ali Haji

*Hilfi Pardi

Email : [*hilfipardi@umrah.ac.id](mailto:hilfipardi@umrah.ac.id)

Abstrak

Permasalahan terbesar yang dalam penggunaan logam di air laut adalah masalah korosi. Korosi menyebabkan kerugian secara estetika, teknis penggunaan alat dan bahkan kerugian secara ekonomis. Hal tersebut dikarenakan korosi dapat disebabkan oleh sifat kimia dari air laut seperti pH, salinitas, kandungan ion klorida dan suhu air laut. Jika tidak ditangani maka akan menimbulkan kerugian yang cukup besar. Cara yang dapat digunakan dalam rangka mengurangi kerugian akibat korosi ialah dengan cara memanfaatkan proteksi katodik yang merupakan sebuah teknik yang dipergunakan dalam usaha menangani korosi yang terjadi pada logam baja di lingkungan air laut. Tujuan dilakukannya penelitian ini ialah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh sifat kimia air laut terhadap korosi kapal dan mengetahui bagaimana efek pengendaliannya menggunakan proteksi katodik. Pada penyusunan penelitian ini menggunakan tinjauan literatur dengan memanfaatkan jurnal ilmiah sebagai sumber data yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH, suhu, salinitas dapat mempercepat laju korosi pada logam dan penggunaan proteksi katodik dapat memperlambat proses pengkorosian tersebut. Maka, dapat disimpulkan bahwa sifat kimia air laut dapat mempengaruhi laju korosi pada logam dan proteksi katodik adalah salah satu metode yang efektif untuk menangani laju korosi pada logam di perairan air laut.

Kata kunci : Sifat Kimia, Korosi Logam, Proteksi Katodik

Abstract

The biggest problem with the use of metals in seawater is corrosion. Corrosion causes aesthetic, technical and even economic losses. This is because corrosion can be caused by the chemical properties of seawater such as pH, salinity, chloride ion content and seawater temperature. If not handled, it will cause considerable losses. The way that can be used in order to reduce losses due to corrosion is by utilizing cathodic protection which is a technique used in an effort to deal with corrosion that occurs in steel metals in a seawater environment. The purpose of this research is to find out how much influence the chemical properties of seawater have on ship corrosion and find out how the control effect uses cathodic protection. In the preparation of this research using a literature review by utilizing scientific journals as a source of relevant data. The results showed that pH, temperature, salinity can accelerate the corrosion rate of metals and the use of cathodic protection can slow down the corrosion process. So, it can be concluded that the chemical properties of seawater can affect the corrosion rate of metals and cathodic protection is one of the effective methods to handle the corrosion rate of metals in seawater waters.

Keywords : Chemical Properties, Metal Corrosion, Cathodic Protection

Pendahuluan

Indonesia ialah negara yang dijuluki negara kepulauan karena mempunyai wilayah laut yang sangat. Hal ini tentunya akan menjadikan jalur laut menjadi sangat aktif dalam berbagai bidang yang tentunya akan melibatkan aktivitas transportasi laut. Kapal menjadi salah satu alat transportasi utama dalam di jalur yang dapat mengangkut orang hingga barang. Dilihat dari struktur dan fungsinya lambung kapal adalah bagian yang terbuat dari logam baja dan bersentuhan secara langsung dengan air laut (Kusminah et al., 2023).

Bahan logam yang berinteraksi langsung dengan air laut dapat mengalami fenomena korosi pada permukaannya. Korosi ialah kejadian turunnya kualitas sebuah material karena adanya reaksi elektrokimia yang terjalin antara material dengan lingkungan sekitarnya (Wibowo & Ghofur, 2021). Faktor lingkungan menyebabkan bahan logam menimbulkan korosi. Pada lingkungan air laut korosi dapat terjadi karena adanya sifat kimia air laut seperti salinitas air laut yang dapat mempengaruhi laju korosi dengan berbagai konstituen dan sifat korosinya (Kusminah et al., 2023). (L. Budiyanto, 2021) mengatakan bahwa korosi menjadi bencana besar bagi kapal karena berakibat *fatigue life* dan kecepatan pada kapal berkurang. Oleh karenanya, penyusun baja kapal untuk transportasi di laut perlu dilindungi dari serangan korosi.

Efek yang ditimbulkan oleh korosi di lingkungan air laut mengharuskan untuk terus dikembangkannya metode pencegahan terhadap korosi tersebut. Proteksi katodik ialah sebuah sistem yang berperan untuk melindungi logam dengan melakukan arus satu arah yang sesuai ke bagian terluar logam dan semua area terluar logam dikonversi menjadi area katoda (Afriani, 2014). Dengan proteksi katodik tersebut akan memberikan efek perlambatan kerusakan akibat korosi air laut. Proteksi katodik dapat digunakan pada situasi dimana segala sesuatu terkena air atau jika proteksi harus terendam dalam air garam.

Penelitian ini akan mengulas pengaruh yang ditimbulkan oleh sifat kimia air laut seperti salinitas, pH air laut, kandungan ion klorida dan suhu air laut beserta mengkaji penggunaan proteksi katodik dalam mengatasi permasalahan korosi di lingkungan laut.

Dengan memberi perlakuan sebagai katoda pada struktur logam, teknik ini dapat mencegah korosi pada struktur baja dalam lingkungan elektrolit.

Metode

Penelitian ini memanfaatkan metode tinjauan literatur. Teknik tinjauan literatur berfungsi sebagai sarana utama pengumpulan dan analisis data pada penelitian ini. Peneliti menggunakan berbagai media dalam pengumpulan data yang relevan untuk penelitian ini seperti dari Publish or Perish, Elsevier dan Google Scholar. Penggunaan metode ini menjadikan peneliti dapat memberikan rincian terkait dari berbagai sumber jurnal ilmiah yang terkait.

Hasil dan Pembahasan

a. Pengaruh Sifat Kimia Air Laut Terhadap Korosi

Korosi ialah kejadian turunnya kualitas sebuah material karena adanya reaksi elektrokimia yang terjalin antara material dengan lingkungan sekitarnya (Wibowo & Ghofur, 2021). Sedangkan menurut (Nasution, 2018) menyebutkan bahwasanya korosi dapat dikatakan sebagai proses elektrokimia akan membentuk ion positif karena atom-atom akan tercampur dengan zat bersifat asam. Ada beberapa jenis korosi yang terjadi di kapal seperti *Uniform Corrosion* (erosi seragam), *Pitting Corrosion* (lubang pada logam dan kerusakan pada pelindung logam), *Stress Corrosion Cracking* (retakan diskrit pada logam), *Erosion Corrosion* (pembentukan lapisan pelindung terhambat oleh aliran fluida yang tinggi), Korosi Galvanik (Korosi akibat sambungan dua logam dan perbedaan potensial logam) dan Korosi Celah (Korosi antar sambungan paku, baut dan paku keling akibat endapan kotoran) (Sofian et al., 2022).

Faktor lingkungan menyebabkan bahan logam mengalami korosi. Pada lingkungan air laut korosi dapat terjadi karena adanya sifat kimia air laut seperti salinitas air laut

yang dapat mempengaruhi laju korosi dengan berbagai konstituen dan sifat korosinya (Kusminah et al., 2023).

Tabel 1. Hasil kajian literatur pengaruh sifat kimia air laut pada laju korosi logam.

N O	Judul	Mempengaruhi Laju Korosi			Sumber
		Salinitas	pH	Suhu	
1.	“Analisa Laju Korosi Baja Karbon Rendah Dengan Variasi Kecepatan Aliran Dan Salinitas Air Laut Pada Pemodelan Sirip Kemudi Kapal”	√			(Anggara & Sutjahjo, 2019)
2.	“Analisa Laju Korosi Dengan Variasi Waktu, Kecepatan Dan Salinitas Air Laut Pada Lunas Bilga (Bilge Keel) Kapal”	√			(Friansyah & Sutjahjo, 2019)
3.	“Pengaruh Salinitas Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja SS 400 pada Kapal “	√			(Purnawati et al., 2020)
4.	“Analisa Laju Korosi Pada Komponen Daun Kemudi (Rudder Blade) Perahu Bermotor Nelayan Tradisional”	√			(Maulana, 2022)

5.	“Perlindungan Korosi Pada Kapal”		√	√	(Sofian et al., 2022)
6.	“Pengaruh Suhu Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah Dalam Media Air Laut”		√	√	(Royani, 2021)
7.	“Analisis Laju Korosi Material Aluminium 5083 Sebagai Aplikasi Bahan Lambung Kapal”		√		(Huda & Sutjahjo, 2017)
8.	“Proteksi Katodik Metoda Anoda Tumbal Untuk Mengendalikan Laju Korosi”			√	(Afriani, 2014)
9.	“Analisis Sour Corrosion pada Baja ASTM A36 Akibat Pengaruh Asam Sulfat dengan Variasi Temperatur dan Waktu Perendaman di Lingkungan Laut”			√	(Baihaqi et al., 2020)
10.	“Studi Korosi Plat Baja Material Kapal Terhadap Salinitas Derajat Keasaman (pH) Di Pelabuhan Pengasinan Pertamina Jakarta”	√	√	√	(Mariah, 2021)
11.	(Syarief & Rahmatuloh, 2020)“EFFECT OF AIR AND SOAKING	√			(Syarief & Rahmatuloh, 2020)

	OF NaCl SOLUTION ON CORROSION RATE OF S45C STEEL WELDS”				
12.	“Analisa Laju Korosi Pada Material Aluminium 5083 Menggunakan Media Air Laut Sebagai Aplikasi Bahan Lambung Kapal”	√	√	√	(Prasetyo et al., 2019)
13.	“Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja A36 pada Pengelasan SMAW”	√		√	(K.M.Nova Satria & Misbah Nurul. M, 2012)
14.	“Pengaruh Salinitas Air Laut Terhadap Laju Korosi Pada Plat Lambung Kapal Bobot 1500 DWT”	√			(L. Budiyanto, 2021)
15.	“Pengaruh Kadar Salinitas Air Terhadap Laju Korosi Baja St 60”	√			(Wibowo & Ghofur, 2021)

Keterangan: √ = Mempengaruhi laju korosi

Berdasarkan hasil tabel review di atas, korosi terhadap logam dapat terjadi karena faktor utamanya adalah lingkungan. Lingkungan yang dimaksud di sini adalah air laut yang bersinggungan langsung dengan logam atau baja yang digunakan pada kapal. Di dalam air laut terkandung ion kalsium dan magnesium klorida sebagai penyebab korosi pada struktur kapal, pipa air, boiler, kapal, dan

menara pendingin (Afriani, 2014). Korosi ialah fenomena kerusakan yang terjadi pada penyusun material akibat dari adanya reaksi kimia/elektrokimia dengan lingkungan (Friansyah & Sutjahjo, 2019). Logam yang bersentuhan dengan air, terutama baja, dapat mengalami korosi. Faktor-faktor seperti lingkungan basah dengan nilai pH asam, salinitas air laut, dan konsentrasi ion klorida mempercepat laju korosi. Korosi dapat menyebabkan kerusakan teknis dan ekonomi, terutama pada struktur logam yang terkena korosi. Untuk mengendalikan korosi, struktur baja kapal sebagai alat transportasi laut harus dilindungi dengan baik. Logam rentan terhadap korosi oleh elektrolit yang mempercepat laju korosi. Dengan demikian, semakin tinggi salinitas air laut dan semakin tinggi kandungan klorida, semakin cepat laju korosi (Purnawati et al., 2020). Degradasi dan penurunan berat material logam akan lebih cepat karena keberadaan klorida mempercepat reaksi. Tidak hanya salinitas yang akan mempengaruhi laju korosi, sifat kimia air laut yang lain (seperti pH) juga sangat berperan pada laju korosi logam. PH yang rendah dapat meningkatkan laju korosi pada logam (Royani, 2021).

b. Penggunaan Proteksi Katodik Untuk Menangani Korosi Akibat Air Laut

Proteksi katodik ialah metode yang dapat diandalkan dalam mengatasi korosi di lingkungan laut. Penggunaan proteksi katodik merupakan teknik umum dalam konstruksi baja pada kapal dan infrastruktur laut karena menghasilkan emisi yang lebih rendah resikonya bagi lingkungan (Kirchgeorg et al., 2018). Beberapa metode pencegahan korosi pada struktur baja meliputi metode "anoda korban" yang tidak memerlukan perawatan dan mudah dipasang, metode kombinasi yang menggabungkan beberapa metode pencegahan korosi tergantung pada struktur dan lingkungan yang terpengaruh, dan penggunaan material tahan korosi seperti kromium, tembaga, nikel, vanadium, molibdenum, dan titanium. Reaksi kimia yang terlibat dalam korosi meliputi oksidasi besi dan reduksi air atau oksigen. (Hartanto & Salim, 2023) menyebutkan bahwa terdapat 3 cara untuk mencegah korosi elektrokimia yaitu: Equalize potensi electrode atau perlingungan dengan katode, menahan rangkaian isolasi listrik yang berasal dari electrode beda jenis dan

perlindungan menggunakan cat. Berikut table kajian literatur penggunaan proteksi katodik untuk menangani korosi akibat lingkungan air laut:

Tabel 2. Hasil kajian literatur penggunaan proteksi katodik

No	Judul	Penulis dan Tahun	Efektivitas
1.	"Proteksi Katodik Metoda Anoda Tumbal Untuk Mengendalikan Laju Korosi"	(Afriani, 2014)	Perlindungan katodik dengan anoda tumbal sebagai metodenya mampu mengurangi laju korosi baja hingga 82% dan seng 50% pada kapal.
2.	"PROTEKSI KATODIK MENGGUNAKAN ZINC ANODE UNTUK MENGHAMBAT KOROSI PADA LAMBUNG KAPAL PORT LINK VII JAKARTA"	(Ihza Mahendra & Dwisetiono, 2022)	Perlindungan katodik dengan metode anoda korban seng mampu meminimalkan korosi dan menjadi penghambat rusaknya material logam.
3.	"Analisa Korosi Dengan Menggunakan Anoda Zn, Fe dan Cu Dalam Sistem Proteksi Katodik Metode Impressed Current"	(Marlina, 2017)	Menggunakan anoda dengan bahan yang berbeda akan memberikan efektivitas yang berbeda pula.
4.	"Proteksi Katodik pada Elektrode Zn"	(Suciyati et al., 2020)	Perlindungan katodik melalui anoda korban Aluminium mampu

	Metode Sacrificial Anode untuk Peningkatan Kinerja Sistem Akumulator Air Laut”		meningkatkan kinerja sistem akumulator air laut karena berkurangnya laju korosi pada elektroda seng. Korosi pada elektroda seng akan mengurangi tegangan sistem akumulator air laut
5.	“Analisis Pengendalian Korosi Pada Permukaan Basah Kapal-Kapal Baja Dengan Menggunakan Zink Anoda”	(Lekatompessy, 2021)	Sebagian kapal arus yang dipasang Zink Anoda sangat memadai buat kebutuhan kapal, yang menimbulkan penyusutan laju korosi yang signifikan.
6.	“Pengaruh variasi pembagian jumlah anoda dengan pola horisontal terhadap laju korosi baja SS400 pada media air laut”	(Faisol et al., 2018)	Penggunaan proteksi katodik dengan <i>sacrificial anode</i> dapat memperlambat laju korosi baja SS400.
7.	“PENGOPTIMALAN PROSES PENGECATAN PADA DECK KAPAL UNTUK MEMPERLAMBAT TERJADINYA KOROSI”	(Husodo, 2023)	Penggunaan spesimen yang dilapisi cat bisa menjadi salah satu solusi pencegahan korosi karena memiliki ketahanan yang cukup untuk mengurangi laju korosi.
8.	“Analisa	(E. N.	Penggunaan anoda tumbal

	Perhitungan Anoda Korban Pada Tiang Jetty Di Dermaga”	Budiyanto & Mahardhika, 2020)	aluminium pada tiang jety dermaga dianjurkan untuk dipakai untuk memproteksi pada kapal.
9.	“PROTEKSI KATODIK DENGAN ANODA TUMBAL SEBAGAI PENGENDALI LAJU KOROSI BAJA DALAM LINGKUNGAN AQUEOUS”	(Utami, 2009)	Penggunaan proteksi katodik anoda tumbal aluminium mampu menurunkan laju korosi baja hingga 82% dan logam seng 50%
10.	“Pemasangan Zinc Anoda Protection (ZAP) sebagai Perlindungan Aktif Korosi pada Kapal”	(Hartanto & Salim, 2023)	Setiap kapal yang bersinggungan langsung dengan air laut memerlukan ZAP (<i>Zinc Anoda Protection</i>) sebagai perlindungan dari resiko korosi.
11.	“Studi Perbandingan Kinerja Anoda Korban Paduan Aluminium dengan Paduan Seng dalam Lingkungan Air Laut”	(Anggono et al., 1999)	Kemampuan proteksi katodik anoda tumbal paduan aluminium lebih baik untuk melindungi logam dibandingkan dengan paduan seng.
12.	“Rancangan Dasar Perhitungan Proteksi Katodik dengan Menggunakan	(Goffar, 2022)	Proteksi katodik menggunakan anoda Aluminium dengan beberapa persen lapisan pasif seng, indium, magnesium dan titanium untuk menghambat terjadinya korosi

	Anoda Korban Pada Struktur Baja Anjungan Minyak di Lingkungan Air Laut”		efektif 30-60 m (100 hingga 200 ft)
13.	“Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating”	(Afandi et al., 2015)	Perlindungan terhadap korosi akibat sifat kimia air laut menggunakan coating ketebalan tertentu mampu mencegah terjadinya korosi.
14.	“Perlindungan korosi pada material baja a36 melalui proses pengecatan untuk lambung kapal”	(L. Budiyanto et al., 2020)	Proteksi dengan pengecatan memiliki laju korosi yang rendah dibandingkan yang tidak dilapisi cat.
15.	“Alternatif pencegahan korosi”	(Herbudiman et al., 2007)	Proteksi katodik dengan anoda seng memiliki efisiensi 90% dan dengan anoda aluminium memiliki efisiensi 90% serta dengan menggunakan pengecatan dapat memberikan perlindungan walau jangka pendek.

Berdasarkan hasil kajian literatur diatas, diketahui bahwa untuk menangani permasalahan korosi yang terjadi akibat air laut ialah dengan menggunakan proteksi katodik. Proteksi katodik terbagi atas berbagai macam jenis, namun dalam hasil kajian literatur diatas didapatkan bahwa sebagian besar penelitian untuk menangani korosi adalah menggunakan proteksi katodik anoda tumbal dan pelapisan menggunakan cat. Proteksi katodik dengan anoda tumbal menjadi metode yang paling efisien seperti pernyataan (Afriani, 2014) menyebutkan bahwa proteksi katodik dengan penggunaan anoda tumbal dapat memperlambat

korosi pada baja hingga 80% dan pada seng 50%. Selain itu, pelapisan menggunakan cat mampu memperendah laju korosi pada permukaan logam seperti pernyataan (L. Budiyanto et al., 2020) yang mengemukakan bahwa proteksi melalui pengecatan memiliki laju korosi yang rendah dibandingkan permukaan logam yang tidak dilapisi cat.

Menurut (Mulyati, 2019) korosi sebuah problem besar yang lumrah ditemui baik dalam industri hingga rumah tangga. Oleh karenanya, perlu dilakukan penanganan terkait dengan peristiwa korosi yang dapat mengganggu perindustrian terutama di lingkungan air laut. Pencegahan laju korosi dengan proteksi katodik menjadi cara yang paling efektif baik pencegahan jangka pendek dengan pengecatan (Herbudiman et al., 2007) maupun dengan menggunakan anoda tumbal.

Kesimpulan

Pencegahan korosi yang efektif di lingkungan laut memerlukan pemahaman menyeluruh tentang faktor-faktor penyebab dan penerapan metode pencegahan yang sesuai. Proteksi katodik, isolasi listrik, dan pelapis pelindung adalah strategi yang terbukti dapat secara signifikan meningkatkan daya tahan material logam yang terpapar air laut. Di antara metode ini, proteksi katodik menonjol karena efisiensinya, terutama ketika sistem dirancang dan dirawat dengan baik. Penelitian di masa depan harus berfokus pada pengembangan material dan metode yang lebih maju untuk meningkatkan efisiensi dan umur panjang teknik pencegahan korosi.

Daftar Referensi

- Afandi, Y. K., Arief, I. S., Teknik, J., Perkapalan, S., & Kelautan, F. T. (2015). Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating. *Jurnal Korosi*, 4(1), 1–5.
- Afriani, F. S. (2014). Proteksi Katodik Metoda Anoda Tumbal Untuk Mengendalikan Laju Korosi. *Jom FTEKNIK*, 1(2), 1.
- Anggara, B., & Sutjahjo, D. H. (2019). Analisa laju korosi baja karbon rendah dengan variasi kecepatan aliran dan salinitas air laut pada pemodelan sirip kemudi kapal.

Jptm, 09(01), 62–67.

- Anggono, J., Tjitro, S., & Palapessy, V. R. (1999). Studi Perbandingan Kinerja Anoda Korban Paduan Aluminium dengan Paduan Seng dalam Lingkungan Air Laut. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(2), 89–99. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/mes/article/view/15900>
- Baihaqi, R. A., Pratikno, H., & Hadiwidodo, Y. S. (2020). Analisis Sour Corrosion pada Baja ASTM A36 Akibat Pengaruh Asam Sulfat dengan Variasi Temperatur dan Waktu Perendaman di Lingkungan Laut. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.45896>
- Budiyanto, E. N., & Mahardhika, P. (2020). Analisa Perhitungan Anoda Korban Pada Tiang Jetty Di Dermaga. *Jurnal INOVTEK POLBENG*, 10(1), 65–69.
- Budiyanto, L. (2021). Pengaruh Salinitas Air Laut Terhadap Laju Korosi Pada Plat Lambung Kapal Bobot 1500 DWT. *Dinamika Bahari*, 2(1), 91–96. <https://doi.org/10.46484/db.v2i1.256>
- Budiyanto, L., Sulistyono, & Nugroho, S. (2020). Perlindungan korosi pada material baja a36 melalui proses pengecatan untuk lambung kapal. *Jurnal Saintek Maritim*, 21(1), 1–8.
- Faisol, A., Sumarji, S., & Djatisukanto, G. (2018). Pengaruh variasi pembagian jumlah anoda dengan pola horisontal terhadap laju korosi baja SS400 pada media air laut. *Dinamika Teknik Mesin*, 8(1), 14. <https://doi.org/10.29303/dtm.v8i1.42>
- Friansyah, R., & Sutjahjo, D. H. (2019). Analisa laju korosi dengan variasi waktu, kecepatan dan salinitas air laut pada lunas bilga (bilge keel) kapal. *JPTM*, 09(01), 77–84.
- Goffar, A. (2022). Rancangan Dasar Perhitungan Proteksi Katodik dengan Menggunakan Anoda Korban Pada Struktur Baja Anjungan Minyak di Lingkungan Air Laut. *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi*, 45(1), 79–90. <https://doi.org/10.29017/lpmgb.45.1.686>
- Hartanto, B., & Salim, S. (2023). Pemasangan Zinc Anoda Protection (ZAP) sebagai Perlindungan Aktif Korosi pada Kapal. *Majalah Ilmiah Bahari Jogja*, 21(1), 21–27. <https://doi.org/10.33489/mibj.v21i1.315>
- Herbudiman, B., Noviandi, A., & Sopandi, H. (2007). Alternatif pencegahan korosi.

Media Teknik Sipil, 022, 79–84.

Huda, C., & Sutjahjo, D. H. (2017). Analisis laju korosi material aluminium 5083 sebagai aplikasi bahan lambung kapal. *Jptm*, 06(02), 17–24.

Husodo, a. (2023). Pengoptimalan proses pengecatan pada deck kapal untuk memperlambat terjadinya korosi. *Jurnal patria bahari*, 3(1), 23–28.

Ihza mahendra, t., & dwisetiono. (2022). Proteksi katodik menggunakan zinc anode untuk menghambat korosi pada lambung kapal port link vii jakarta. *HEXAGON Jurnal Teknik Dan Sains*, 3(1), 56–62.

K.M.Nova Satria, & Misbah Nurul. M. (2012). Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja A36 pada Pengelasan SMAW. *Jurnal Teknik Its*, 1, 2301–9271.

Kirchgeorg, T., Weinberg, I., Hörnig, M., Baier, R., Schmid, M. J., & Brockmeyer, B. (2018). Emissions from corrosion protection systems of offshore wind farms: Evaluation of the potential impact on the marine environment. In *Marine Pollution Bulletin* (Vol. 136, pp. 257–268). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.058>

Kusminah, I. L., Wardani, D., Pramesty, L., & Indarto, R. O. (2023). Analisis Kegagalan Material Aluminium 5052 sebagai Aplikasi Bahan Lambung Kapal Terhadap Pengaruh Salinitas Air Laut. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(1), 45–51. <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i1.1853>

Lekatompessy, S. T. A. (2021). Analisis Pengendalian Korosi Pada Permukaan Basah Kapal-Kapal Baja Dengan Menggunakan Zink Anoda. *ALE Proceeding*, 4, 8–12. <https://doi.org/10.30598/ale.4.2021.8-12>

Mariah, Y. (2021). Studi korosi plat baja material kapal terhadap salinitas dan derajat keasaman (ph) di pelabuhan pengasinan pertamina Jakarta. In *Jurnal Indonesia Sosial Sains* (Vol. 2, Issue 3). <http://jiss.publikasiindonesia.id/>

Marlina. (2017). Analisa Korosi Dengan Menggunakan Anoda Zn, Fe dan Cu Dalam Sistem Proteksi Katodik Metode Impressed Current. *Kurva S : Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknik Sipil*, 4(3), 117. <https://doi.org/10.31293/teknikd.v4i3.2498>

Maulana, A. (2022). Analisa laju korosi pada komponen daun kemudi (rudder blade)

- perahu bermotor nelayan tradisional. *Jurnal mesin sains terapan*, 6(1), 22–29.
- Mulyati, B. (2019). Tanin dapat Dimanfaatkan Sebagai Inhibitor Korosi. *Jurnal Industri, Elektro, Dan Penerbangan*, 8(1), 1–4. <http://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/download/224/191>
- Nasution, M. (2018). Karakteristik baja karbon terkorosi oleh air laut. In *Buletin Utama Teknik* (Vol. 14, Issue 1). Online.
- Prasetyo, S., Budiarto, U., & Amiruddin, W. (2019). Jurnal teknik perkapalan Analisa Laju Korosi Pada Material Aluminium 5083 Menggunakan Media Air Laut Sebagai Aplikasi Bahan Lambung Kapal. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(4). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- Purnawati, R., Jokosisworo, S., & Yudo, H. (2020). Jurnal teknik perkapalan Pengaruh Salinitas Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja SS 400 pada Kapal. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 8(2). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- Royani, A. (2021). Pengaruh Suhu Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah Dalam Media Air Laut. *Jurnal Simetrik*, 10(2), 344–349. <https://doi.org/10.31959/js.v10i2.493>
- Sofian, M., Akmal R, M., Naura, D., Ayu, V., Hidayat, W., Fauzan, M., Yhuto, A., & Putra, W. (2022). Perlindungan korosi di perkapalan. In *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin* (Vol. 22, Issue 2).
- Suciyati, S. W., Pauzi, G. A., Junaidi, J., & Kamalia, L. (2020). Proteksi Katodik pada Elektrode Zn Metode Sacrificial Anode untuk Peningkatan Kinerja Sistem Akumulator Air Laut. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 8(2), 127–134. <https://doi.org/10.23960/jtaf.v8i2.2557>
- Syarief, A., & Rahmatuloh, a. a. (2020). Effect of air and soaking of nacl solution on corrosion rate of s45c steel welds. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 5(1), 67–74. <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v5i1.140>
- Utami, I. (2009). Proteksi katodik dengan anoda tumbal sebagai pengendali laju korosi baja dalam lingkungan aqueous. *Jurnal Teknik Kimia*, 3(2), 240–245.
- Wibowo, D. A., & Ghofur, A. (2021). Pengaruh Kadar Salinitas Air Terhadap Laju Korosi Baja St 60. *Jtam Rotary*, 3(2), 145–158. https://doi.org/10.20527/jtam_rotary.v3i2.4136