

PENGARUH KONDISI OSEANOGRAFI TERHADAP LAJU KOROSI PLAT BAJA KI-A DI PERAIRAN TELUK BANTEN PADA MUSIM PERALIHAN II

THE INFLUENCE OF OCEANOGRAPHIC CONDITIONS ON THE CORROSION RATE OF KI-A STEEL PLATES IN BANTEN BAY COASTAL WATERS DURING THE SECOND TRANSITIONAL SEASON

Bayu Hendra Kusuma¹, Yulianto², & Widodo S. Pranowo^{2,3}

¹Program Studi S1 Hidrografi Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL), Jakarta, Indonesia.

²Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL), Jakarta, Indonesia.

³Pusat Riset Iklim dan Atmosfer, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Bandung, Indonesia.

e-mail : bayukusuma5858@gmail.com

ABSTRAK

Teluk Banten merupakan kawasan pesisir yang berkembang dengan beragam aktivitas, seperti perikanan, transportasi, pembangunan pemukiman pesisir, dan ekspansi industri. Penggunaan baja sebagai bahan utama pada kapal-kapal yang beroperasi di Teluk Banten menjadi perhatian, karena paparan air laut menyebabkan korosi pada lambung kapal. Parameter oseanografi seperti temperatur, konduktivitas, salinitas, arus, dan pasang surut memiliki pengaruh langsung terhadap laju korosi pada plat kapal. Pemahaman mengenai kondisi oseanografi sangat penting sebagai langkah untuk pengelolaan dan perlindungan wilayah pesisir dan laut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju korosi pada plat kapal pada musim peralihan II (September - November) terhadap faktor oseanografi seperti temperatur, konduktivitas, salinitas, arus, dan pasang surut di perairan Teluk Banten. Data yang digunakan berdasarkan data primer yang diperoleh dari perendaman plat baja KI-A di dermaga pulau lima perairan teluk Banten selama 28 hari (672 jam) dengan pengecekan dan pengambilan data menggunakan CTD (*Conductivity Temperature and Depth*), *Current meter* dan *Tide Master* selama 4 kali setiap minggu. Hasil menunjukkan bahwa waktu perendaman berperan signifikan dalam meningkatkan laju korosi, dengan perubahan visual pada spesimen dari abu-abu menjadi kehitaman dan kecoklatan, serta munculnya lubang akibat korosi pitting. Berat spesimen mengalami penurunan sebesar 1,260 gram setelah perendaman. Kondisi arus maksimum sebesar 0,18 m/s dan arus pasut maksimum 0,17 m/s yang bergerak dari arah barat laut, serta pasut dengan tipe campuran condong harian ganda pada musim peralihan II (September-Oktober 2024), laju korosi pada spesimen baja KI-A tercatat sebesar 0,4270 mmpy dalam kurun waktu 672 jam perendaman. Hasil ini memberikan pandangan mendalam tentang hubungan antara faktor oseanografi dan laju korosi pada struktur baja di perairan Teluk Banten.

Kata Kunci: Temperatur, konduktivitas, salinitas, arus, pasut, laju korosi, perairan Teluk Banten.

ABSTRACT

Banten Bay is a developing coastal area with diverse activities, including fishing, transportation, coastal settlement construction, and industrial expansion. The use of

steel as the primary material for ships operating in Banten Bay has become a concern, as exposure to seawater causes corrosion on ship hulls. Oceanographic parameters such as temperature, conductivity, salinity, currents, and tides directly affect the corrosion rate on ship plates. Understanding oceanographic conditions is crucial as a step towards effective coastal and marine area management and protection. This study aims to determine the corrosion rate on ship plates during the second transition season (September - November) based on oceanographic factors such as temperature, conductivity, salinity, currents, and tides in Banten Bay coastal waters. The data used is based on primary data obtained from immersing KI-A steel plates at the Pulau Lima pier in Banten Bay waters for 28 days (672 hours), with inspection and data collection using CTD (Conductivity Temperature and Depth), Current meter, and Tide Master four times each week. The results show that immersion time plays a significant role in increasing the corrosion rate, with visible changes in the specimens from gray to black and brown, along with the appearance of pitting corrosion holes. The specimen's weight decreased by 1.260 grams after immersion. The maximum current speed of 0.18 m/s and maximum tidal current of 0.17 m/s moving from the northwest, along with a mixed, predominantly semi-diurnal tidal type during the second transition season (September - October 2024), resulted in a recorded corrosion rate of 0.4270 mmpy on KI-A steel specimens over 672 hours of immersion. These findings provide an in-depth view of the relationship between oceanographic factors and the corrosion rate of steel structures in Banten Bay coastal waters.

Keywords: Temperature, conductivity, salinity, currents, tides, corrosion rate, Banten Bay coastal waters.

PENDAHULUAN

Teluk Banten terletak di pesisir utara Pulau Jawa, Kabupaten Serang, kurang lebih 60 km sebelah barat kota Jakarta. Kabupaten Serang merupakan kota yang berkembang di kawasan pesisir khususnya Teluk Banten. Kawasan ini merupakan rumah bagi berbagai aktivitas perikanan, transportasi, pembangunan pemukiman pesisir, dan pengembangan industri. Teluk Banten mengalami tekanan dari lingkungan sekitarnya, antara lain pertumbuhan penduduk yang pesat, pemanfaatan wilayah pesisir sebagai kawasan pemukiman, dan berdirinya berbagai industri, pertambangan. (Ma'arif *et al.*, 2007). Kondisi geografis perairan Teluk Banten yang merupakan bagian dari sistem angin monsun, maka kondisi oseanografi perairan tersebut dipengaruhi oleh sistem angin monsun (Minarto *et al.*, 2008). Musim peralihan II di

Indonesia, yang berlangsung antara September hingga November, ditandai dengan perubahan cuaca yang signifikan, termasuk peningkatan curah hujan dan fluktuasi suhu. Dalam hidrodinamika laut, angin yang bertiup di dekat permukaan laut dapat mempengaruhi permukaan laut rata-rata. Selain itu, angin yang bertiup di atas lautan merupakan sumber energi utama yang menggerakkan arus permukaan (Azis., 2006).

Karakteristik Selat Sunda yang sempit dan relatif dangkal, juga mempengaruhi dinamika arus di Teluk Banten. Perbedaan tekanan hidrostatik yang terjadi akibat arus pasang surut dapat meningkatkan laju aliran air. Namun, kecepatan aliran yang relatif rendah di kawasan ini menghambat pengangkutan massa air, serta distribusi limbah dan nutrisi. Letak Teluk Banten dikelilingi oleh banyak pulau-pulau kecil sehingga menghambat masuknya energi

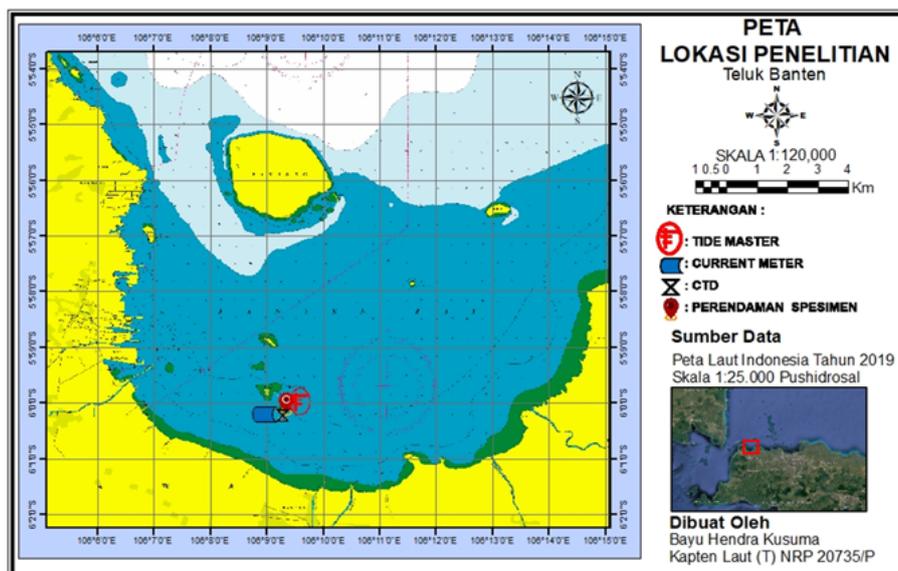
dalam jumlah besar ke perairan internal teluk dan juga membatasi hidrodinamika perairan (Wisha *et al.*, 2015)

Kapal perikanan dan transportasi laut merupakan mata pencaharian utama masyarakat pesisir di Pelabuhan Karangantu (Adhithia, 2023). Baja merupakan salah satu material utama pembuatan lembaran logam kapal, dan baja karbon rendah merupakan material yang paling umum digunakan dalam industri perkapalan (Kusminah *et al.*, 2023). Bagian kapal yang bersentuhan langsung dengan air laut adalah lambung kapal (Oktarina *et al.*, 2022). Kulit lambung kapal dipengaruhi oleh salinitas, suhu, angin, dan faktor alam lainnya, yang dapat meningkatkan korosi pada plat kapal (Gurum *et al.*, 2015) .

Baja KI-A, jenis baja karbon yang diklasifikasikan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI), banyak digunakan dalam konstruksi lambung kapal dan struktur kelautan. Baja ini dirancang untuk memenuhi standar keamanan dan ketahanan di lingkungan laut. Meskipun tidak setahan korosi seperti baja tahan karat (*stainless steel*), baja KI-A menawarkan keseimbangan antara kekuatan dan ketahanan korosi dengan harga yang relatif ekonomis.

Parameter oseanografi seperti suhu, salinitas, pasang surut, dan arus laut memiliki pengaruh signifikan terhadap laju korosi plat kapal. Penting mempelajari parameter oseanografi untuk mengetahui fenomena di lautan (Siswanto & Nugraha, 2014). Salinitas, yang sering disebut sebagai kadar garam air laut (NaCl), berperan penting dalam proses korosi. Kandungan klorida yang tinggi dapat mencegah pembentukan lapisan pelindung pada permukaan logam, meningkatkan laju korosi (Jones & Greene, 1996). Korosi pada kapal, yang umumnya terbuat dari baja dan besi, merupakan masalah serius karena menghambat pergerakan dan mengurangi umur pakai kapal (Mariah, 2021). Di pesisir Teluk Banten, terdapat banyak industri yang diduga membuang limbah ke perairan, meskipun sudah melalui instalasi pengelolaan air limbah (IPAL), dampak korosifitas masih perlu diteliti lebih lanjut (Ma'arif *et al.*, 2007).

Penelitian ini menggunakan simulasi hidrodinamik yang divalidasi dengan data lapangan selama 28 hari bertepatan dengan kegiatan Latihan Praktek Survei dan Pemetaan Pusdik Hidros dan STTAL di perairan Teluk Banten (STTAL Hidrografi, 2024) ditunjukkan pada Gambar 1 untuk mengetahui suhu, konduktivitas, salinitas,



Gambar 1. Lokasi pengambilan data dan perendaman spesimen. (Sumber: penulis)

Figure 1. Data collection and specimen Immersion locations. (Source: author)

tipe pasut dan pola arus terhadap laju korosi plat kapal selama periode musim peralihan II.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen (*experimental research*) deskriptif kuantitatif dan kualitatif yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu, konduktivitas, salinitas, pasang surut dan arus laut terhadap laju korosi pada Baja KI-A sebagai aplikasi lambung kapal. Spesifikasi pengambilan data sebagai berikut:

Spesimen plat baja KI-A, plat dipotong menggunakan blender dengan ukuran 7 cm x 7cm x 8 mm dan di timbang untuk mengetahui berat awal. Kemudian spesimen di rendam di dalam air laut dermaga Pulau Lima Teluk Banten dengan koordinat lokasi perendaman 06° 07' 10.7" S 106° 09' 20.0" T selama 28 hari/672 jam (4 September–2 Oktober 2024). Setelah itu dibersihkan dengan cairan aerosol dan ditimbang menggunakan timbangan digital analitik di Laobratorium STTAL Hidros Jakarta. setelah diketahui selisih kehilangan berat kemudian akan dihitung laju korosi menggunakan rumus *corrothion rate*. untuk mengetahui perubahan secara visual spesimen dilaksanakan foto makro menggunakan kamera iPhone 13 pro berkala setiap minggu. Ketahanan korosi dari suatu logam dalam air laut tergantung pada status laut dan status material, status laut terutama meliputi salinitas, suhu, oksigen terlarut, nilai pH, laut biofouling (Toloei *et al.*, 2013).

$$\text{Corrosion rate} = \frac{K \times \Delta W}{A \times T \times \rho} \text{ (mmpy)} \quad \dots 1)$$

dimana,

K adalah konstanta (K=8,76×104)

ΔW adalah kehilangan berat (weight loss) dalam gram.

A adalah luas permukaan dalam cm².

T adalah lama perendaman dalam jam.

ρ adalah densitas dari material dalam g/cm³ (densitas baja karbon biasanya sekitar 7,85 g/cm³).

Pengambilan data temperatur, konduktivitas dan salinitas, menggunakan alat CTD (*Conduktivty, Temperature and Depth*), dengan merk Swift CTD plus Valeport milik Laboratorium STTAL Hidros. pengambilan data CTD di titik yang sama dengan perendaman spesimen, setiap 1 minggu kemudian data diolah menggunakan software excel dan ODV (*Ocean Data View*) versi 5.6.7 dengan menggunakan modul ODV dan hitung perataan (Pranowo, 2015) untuk menampilkan plot temperatur, konduktivitas dan salinitas pada kedalaman 1 meter. Salinitas dapat sangat mempengaruhi karakteristik elektrolitik dan korosif air laut. Salinitas biasanya dihitung dari kadar klorida yang diukur atau konduktivitas listrik dan tingkat salinitas mempengaruhi daya hantar listrik (Prihatno *et al.*, 2021). Kenaikan suhu akan menyebabkan bertambahnya kecepatan reaksi dan mengakibatkan laju korosi menjadi meningkat (Royani, 2021).

Pengukuran arus, alat yang digunakan adalah Valeport 106 milik STTAL Hidros dengan penempatan stasiun arus pada Bagan AUP, dengan koordinat posisi stasiun arus 06° 00'12.76 " S 106° 09' 11.852" T di kedalaman laut 5 meter dengan waktu pengamatan 15 hari 08 s.d 23 September 2024 dengan Interval 15 menit. kemudian data diolah menggunakan software excel dengan filtering arus pasut dan non pasut untuk menunjukkan kecepatan arus minimum-maksimum, arah dan plot grafik 2D. Perubahan kecepatan arus dapat menyebabkan pergerakan lapisan pada permukaan laut yang membangkitkan pengadukan dan percampuran secara horizontal sehingga kecepatan dan arah arus merupakan salah satu faktor penting penyebaran suhu maupun salinitas pada kolom perairan (Wardhani *et al.*, 2021).

Pengamatan Pasut, alat yang digunakan adalah Tide Master Valeport yang di pasang pada palem pasut di dermaga pulau lima dengan lokasi koordinat 06° 07' 10.7" S, 106° 09' 20.0" T. pelaksanaan pengamatan selama

29 pplantan 05 September-03 Oktober 2024, data yang diperoleh kemudian diolah dengan software excel menggunakan metode British Admiralty untuk mendapatkan karakteristik parameter pasang surut yang meliputi 9 (sembilan) konstanta harmonis pasut (M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, M4, MS4) dan type pasut. Arus, gelombang dan pasut berperan aktif dalam mempengaruhi proses – proses biologi, fisika dan kimia dalam ruang dan waktu yang terjadi di pantai dan laut (Trujillo & Thurman, 2019). Korosi material logam berbeda-beda tergantung faktor lingkungan dan zona logam tersebut terekspos. Zona percikan, zona pasang surut dan zona pencelupan penuh adalah area yang sangat serius di mana struktur logam mengalami korosi (Roy & Ho, 1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju korosi spesimen plat baja KI-A

Spesimen plat baja KI-A digunakan pada penelitian yang direndam selama 672 jam, untuk mengetahui pengujian laju korosi di dermaga Pulau Lima Teluk Banten. Setelah proses perendaman, dilaksanakan penimbangan sesudah perendaman dengan timbangan analitik digital yang berada di

Laboratorium STTAL Hidros Jakarta, sehingga bisa dihitung selisih berat spesimen sebelum dan setelah dilaksanakan perendaman.

Kehilangan berat spesimen diukur sebelum dan setelah proses perendaman, yang menyajikan data rinci tentang perubahan berat yang diamati selama percobaan. Dari hasil pengujian perendaman spesimen selama 28 hari/672 jam di lokasi penelitian didapatkan hasil kehilangan berat yang ditunjukkan dalam Tabel 1.

Setelah diketahui kehilangan berat pada spesimen setelah dilakukan pengujian, kemudian laju korosi dihitung menggunakan rumus *corrosion rate* ;

$$K = 8,76 \times 10^4$$

$$\Delta W = 1,260 \text{ gram}$$

$$A = 49 \text{ cm}^2$$

$$T = 672 \text{ jam}$$

Tabel 2. Tabel Interpretasi Korelasi Pearson
Table 2. Pearson Corelasion Interpretasion Table

No	Hasil	Berat	Satuan
1	Awal	376,880	gram
2	Akhir	375,620	gram
3	Kehilangan Berat	1,260	gram

Sumber: hasil penelitian



Gambar 2. Penimbangan spesimen pada timbangan analitik digital (a) sebelum perendaman (b) sesudah perendaman. Sumber: hasil penelitian.

Figure 2. Weighing of specimens on a digital analytical scale: (a) before immersion, (b) after Immersion. Source: Research Findings.

$P = 7,85 \text{ g/cm}^3$ (densitas baja karbon)

$$\text{Corrosion rate} = \frac{K \times \Delta W}{A \times T \times \rho} \text{ (mmpy)} \dots\dots\dots 2)$$

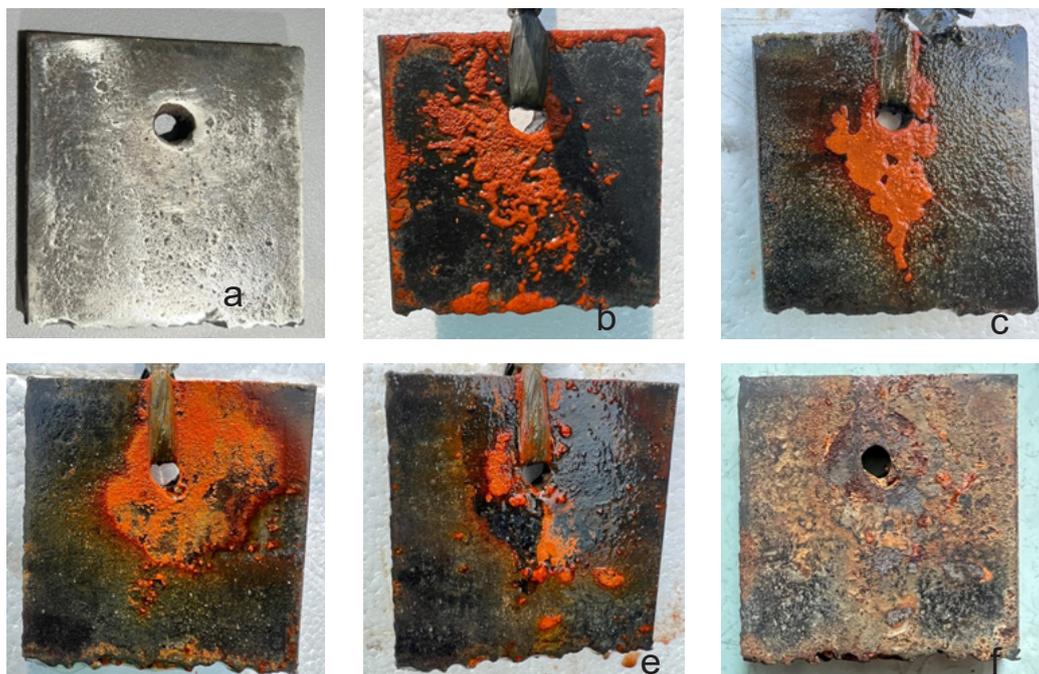
$$= (8.76 \times 10^{-4} \times 1.260) / (49 \times 672 \times 7.85)$$

$$= 0,4270$$

Dari perhitungan laju korosi spesimen plat baja KI_A yang direndam di perairan Teluk Banten selama 28 hari/672 jam dengan menggunakan rumus corrosion rate adalah 0,4270 (mmpy)

Untuk mengetahui perubahan secara visual spesimen dilaksanakan foto sebelum dan sesudah perendaman, dan juga dilaksanakan foto berkala setiap minggu untuk mengetahui bagaimana korosi yang terjadi pada permukaan spesimen tersebut menggunakan kamera makro. dengan hasil seperti pada Gambar 3.

Dari hasil foto makro pada spesimen plat baja KI-A dimana menunjukkan perbedaan korosi yang terjadi sebelum perendaman sampai dengan setelah 30 hari perendaman. Pada foto spesiman (a) sebelum perendaman belum ada tanda korosi pada permukaan spesimen dan berwarna abu abu, pada foto spesimen (b) dimana spesimen sudah direndam selama 1 minggu menunjukkan permukaan dari spesimen mulai mengalami korosi, pada foto spesimen (c) dimana spesimen sudah direndam selama 2 minggu menunjukkan korosi mulai menyerang ke seluruh permukaan dari spesimen, pada foto spesimen (d) dimana spesimen sudah direndam selama 3 minggu menunjukkan korosi menyerang meyeluruh dan merata yang ditandai dengan perubahan warna spesimen, pada foto spesimen (e) dimana spesimen sudah direndam selama 4 minggu menunjukkan korosi mulai masuk ke permukaan ditandai dengan adanya lubang-lubang kecil dan perubahan warna dari spesimen, pada



Gambar 3. Foto Makro Spesimen (a) sebelum perendaman, (b) perendaman minggu pertama, (c) perendaman minggu ke dua, (d) perendaman minggu ke tiga, (e) perendaman minggu ke empat, (f) setelah direndam 30 hari dan dibersihkan dengan cairan aquades. Sumber: Hasil penelitian.
 Figure 3. Macro Photographs of Specimens: (a) Before Immersion, (b) After One Week of Immersion, (c) After Two Weeks of Immersion, (d) After Three Weeks of Immersion, (e) After Four Weeks of Immersion, (f) After 30 Days of Immersion and Cleaning with Distilled Water. Source: Research Findings.

foto (f) merupakan kondisi akhir spesimen setelah perendaman menunjukkan warna orange kecoklatan dan permukaan lubang kecil akibat korosi. Dari hasil foto-foto tersebut menunjukkan terjadinya korosi yang ditandai dengan beberapa perubahan pada warna spesimen dan permukaan spesimen yang awalnya abu abu kemudian menjadi kehitaman dan sedikit kecoklatan. Aktivitas bakteri besi berperan dalam mempercepat kerusakan pelat baja melalui pembentukan lapisan oksida yang mempercepat degradasi logam dan menyebabkan korosi pitting yang merusak struktur baja (Hendrich *et al.*, 2011).

Temperatur, salinitas, dan konduktivitas

Temperatur, salinitas, dan konduktivitas air laut berpengaruh besar terhadap laju korosi pada plat baja kapal. Kenaikan temperatur mempercepat reaksi kimia, membuat ion di sekitar permukaan baja bergerak lebih cepat dan mempercepat proses oksidasi besi. Salinitas tinggi, yang mengandung ion klorida (Cl⁻) agresif, dapat menembus lapisan pelindung oksida pada baja, mempercepat pembentukan karat dan meningkatkan laju korosi. Sementara itu, konduktivitas tinggi, sebagai indikator banyaknya ion terlarut, mendukung aliran arus listrik yang mempercepat reaksi elektrokimia pada permukaan baja. Ketiga faktor ini bersama-

Tabel 2. Data temperatur, konduktivitas dan salinitas menggunakan CTD di lokasi penelitian
Table 2. Temperature, conductivity, and salinity data obtained using CTD at the research location

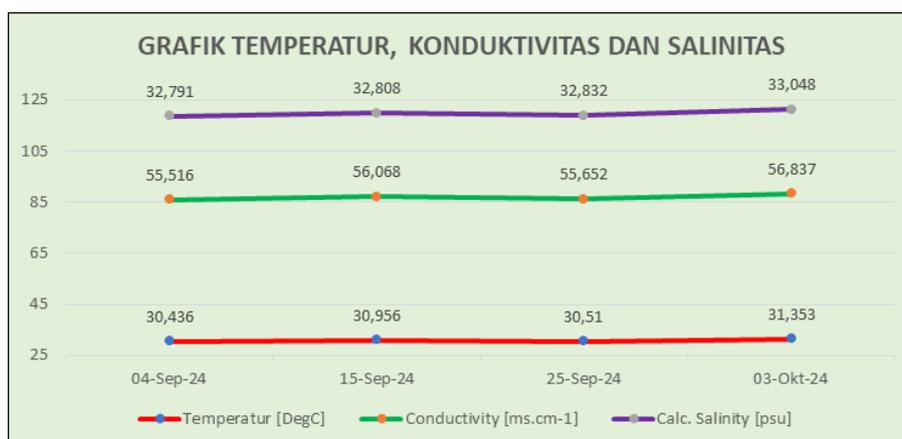
TANGGAL	Temperatur [DegC]	Conductivity	Satuan
04 September 2024	30,436	55,516	32,791
15 September 2024	30,956	56,068	32,808
30 September 2024	30,510	55,652	32,832
03 Oktober 2024	31,353	56,837	33,048

Sumber: hasil penelitian

sama meningkatkan risiko korosi pada plat baja di lingkungan air laut. Berikut adalah data temperatur, konduktivitas dan salinitas yang di ambil 4 kali di lokasi perendaman spesimen yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Dari hasil pengambilan data CTD sebanyak 4 kali di lokasi perendaman selama 1 bulan yang terdapat pada tabel 2. Maka didapatkan grafik dari parameter temperatur konduktivitas dan salinitas yang akan ditunjukkan pada Gambar 4.

Dari gambar 4 grafik temperatur, konduktivitas dan salinitas. Menunjukkan bahwa dari minggu pertama sampai dengan minggu ke empat nilai temperatur, konduktivitas dan salinitas di lokasi perendaman spesimen mengalami kenaikan. Jika temperatur, konduktivitas, dan salinitas



Gambar 4. Grafik Temperatur, konduktivitas dan salinitas di lokasi perendaman spesimen. Sumber: hasil pengolahan.

Figure 4. Graph of temperature, conductivity, and salinity at the specimen immersion location.

Source: data processing results.

di lokasi perendaman spesimen mengalami kenaikan, laju korosi pada plat baja kapal cenderung meningkat secara signifikan. Peningkatan temperatur mempercepat laju reaksi kimia pada permukaan baja, sehingga ion-ion bergerak lebih cepat dan mempercepat proses oksidasi besi, yang merupakan inti dari korosi. Kenaikan temperatur akan menyebabkan bertambahnya kecepatan reaksi dan mengakibatkan laju korosi menjadi meningkat (Royani, 2021). Salinitas yang lebih tinggi, dengan ion klorida (Cl⁻) yang agresif, mempercepat kerusakan lapisan pelindung oksida pada baja, memicu korosi lebih dalam dan luas menyebabkan konduktivitas listrik yang lebih tinggi dan laju korosi yang lebih cepat (Jones & Greene, 1996). Selain itu, kenaikan konduktivitas akibat peningkatan ion terlarut mendukung aliran arus listrik pada permukaan baja, mempercepat reaksi elektrokimia yang menyebabkan korosi. Ion klorida dapat meningkatkan kerusakan film pasif pada logam (Zakowski *et al.*, 2014). Secara keseluruhan, ketiga faktor ini, ketika meningkat bersama, menghasilkan lingkungan yang lebih agresif, meningkatkan laju kerusakan dan memperpendek masa pakai plat baja kapal.

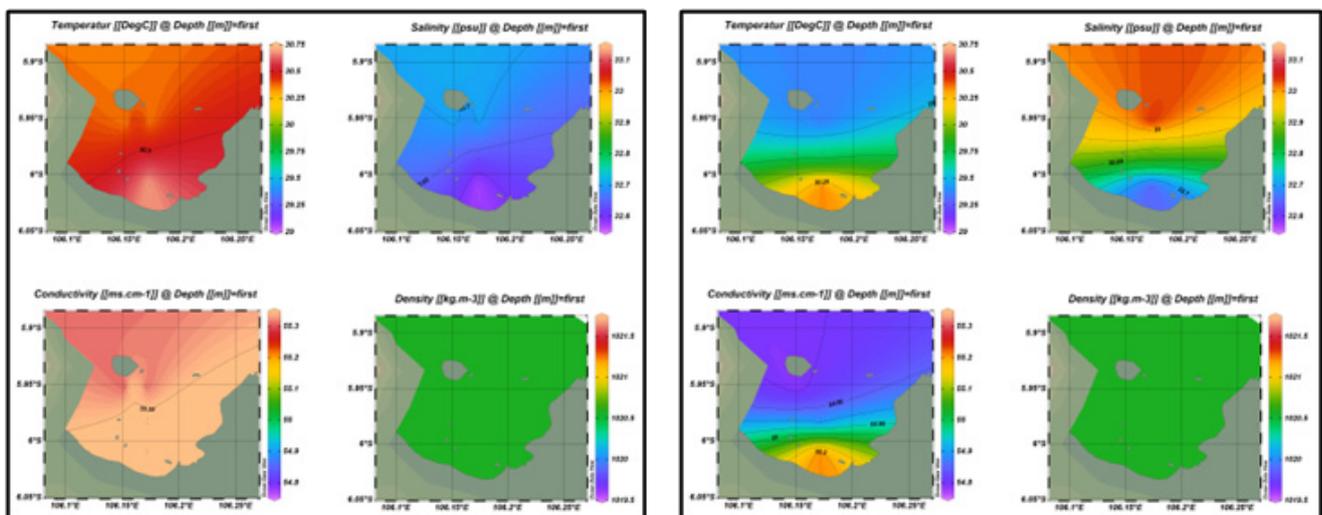
Di area perendaman diambil data CTD

pada saat Neap Tide (11 September 2024) dan Spring Tide (11 September 2024) di 4 titik yang sudah ditentukan, kemudian dari data CTD tersebut diolah menggunakan CTD untuk memodelkan kondisi suhu, salinitas, densitas dan konduktivitas secara horizontal dengan hasil seperti Gambar 5.

Dari gambar 5. Penampang horizontal temperatur, salinitas dan konduktivitas menunjukkan perbedaan dimana saat neap tide temperatur perairan teluk banten cenderung tinggi berkisar antara 30,50-30,75°C, konduktivitas antara 55,30-55,35 ms.cm⁻¹ dan salinitas antara 32,6-32,7 psu. Sedangkan pada saat spring tide temperatur perairan teluk banten cenderung rendah berkisar antara 29,50-30,25°C, konduktivitas antara 54,85-55,20 ms.cm⁻¹ dan salinitas antara 32,70-33,05 psu.

Arus terhadap laju korosi

Arus laut mempengaruhi kadar temperatur, konduktivitas dan salinitas di lokasi perendaman spesimen dengan cara mendistribusikan air yang memiliki sifat fisikokimia berbeda ke lokasi tersebut. Salinitas dapat berubah karena arus membawa air dengan konsentrasi garam



Gambar 5. Penampang Horizontal Temperatur, Salinitas, Konduktivitas dan Densitas (a) pada saat neap tide dan (b) pada saat spring tide. Sumber: hasil penelitian.

Figure 5. Horizontal Cross-Section of Temperature, Salinity, Conductivity, and Density: (a) During Neap Tide, and (b) During Spring Tide. Source: Research Findings.

yang berbeda dari wilayah lain. Suhu di lokasi perendaman juga bisa terpengaruh, terutama jika arus membawa air dari kedalaman yang lebih dingin atau dari permukaan yang lebih hangat. Konduktivitas yang berkaitan dengan jumlah ion terlarut, juga bervariasi tergantung pada salinitas dan suhu air yang dipengaruhi oleh arus laut. Secara sederhana arus dapat diartikan sebagai sirkulasi massa air dari satu tempat ke tempat lain (Trujillo & Thurman, 2019). Arus yang kuat dapat menyebabkan fluktuasi yang lebih signifikan pada parameter-parameter ini di sekitar spesimen yang direndam. Dari data Alat pengukur arus yang digunakan di lokasi penelitian dari tanggal 05 s.d. 15 September 2024 pada kedalaman 5 meter, data diolah menggunakan software excel dan di filtering sehingga di dapat data arus meliputi arah, kecepatan kemudian di

pisahkan antara arus utara dan timur dan juga dipisahkan antara arus umum dan arus pasut yang ditunjukkan seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Pengukuran komponen arus utara di lokasi penelitian disajikan dalam Tabel 3, yang memberikan data rinci untuk analisis. Pengukuran komponen arus timur di lokasi penelitian disajikan dalam Tabel 4, yang memberikan data rinci untuk analisis. Dari hasil pengolahan data komponen arus utara pada Tabel 3 dan arus timur seperti pada Tabel 4, kemudian di rangkum dalam komponen kecepatan arus minimum dan maksimum serta kecepatan arus pasut minimum dan maksimum dengan hasil pada Tabel 5.

Dari tabel 5 terdapat hasil pengamatan

Tabel 3. Data Komponen Arus Utara
Table 3. Northward Current Component Data

KOMPONEN ARUS UTARA										
	S₀	M₂	S₂	N₂	K₁	O₁	M₄	MS₄	K₂	P₁
A m/s	0,00	0,01	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
g °	305	142	133	132	143	61	256	302	133	143

Sumber: hasil penelitian

Tabel 4. Data Komponen Arus Timur
Table 4. Eastward Current Component Data

KOMPONEN ARUS UTARA										
	S₀	M₂	S₂	N₂	K₁	O₁	M₄	MS₄	K₂	P₁
A m/s	0,00	0,04	0,01	0,01	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01
g °		142	342	329	329	239	232	117	342	329

Sumber: hasil penelitian

Tabel 5. Data Arus Curent Meter di lokasi penelitian
Table 5. Current Meter Data at the Research Location

Tanggal	Data Arus	Kecepatan (m/s)	Arah	
05 September 2024 s.d. 15 September 2024	Kecepatan Arus Maksimum	0,18	284,5	BBL
	Kecepatan Arus Minimum	0,00	345,9	UBL
	Kecepatan Arus Pasut Maksimum	0,17	281,5	BBL
	Kecepatan Arus Pasut Minimum	0,00	83,98	TTL

Sumber: hasil penelitian

arus di lokasi perendaman selama 15 hari kemudian dapat di visualisasikan dengan plot 2D grafik arah dan kecepatan arus umum dan arus dengan hasil pada Gambar 6.

Pada tabel 5 dan gambar 6 hasil data pengamatan arus yang diamati selama 15 hari, diketahui kecepatan arus maksimum yaitu 0,18 m/s dari arah barat barat laut, dengan kecepatan arus minimum 0 m/s dari arah utara barat laut, sedangkan kecepatan arus pasut maksimum yaitu 0,17 m/s dari arah barat barat laut dan kecepatan arus pasut minimum 0 m/s dari arah timur timur laut. Perubahan kecepatan arus dapat menyebabkan pergerakan lapisan pada permukaan laut yang membangkitkan pengadukan dan pencampuran secara horizontal sehingga kecepatan dan arah arus merupakan salah satu faktor penting penyebaran suhu maupun salinitas pada kolom perairan (Wardhani *et al.*, 2021).

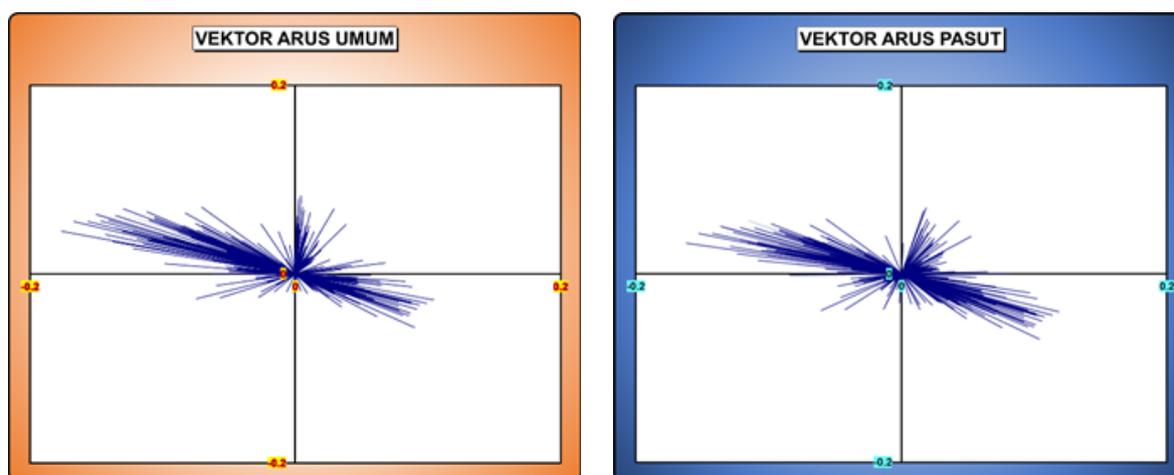
Pasut terhadap laju korosi

Pasang surut (pasut) akan membawa massa air sehingga mempengaruhi kadar salinitas, suhu, dan konduktivitas (Purba & Pranowo, 2015) di lokasi perendaman spesimen melalui pergerakan air yang masuk dan keluar dari suatu wilayah secara periodik. Selama pasang, air laut yang lebih asin dari laut terbuka dapat masuk ke

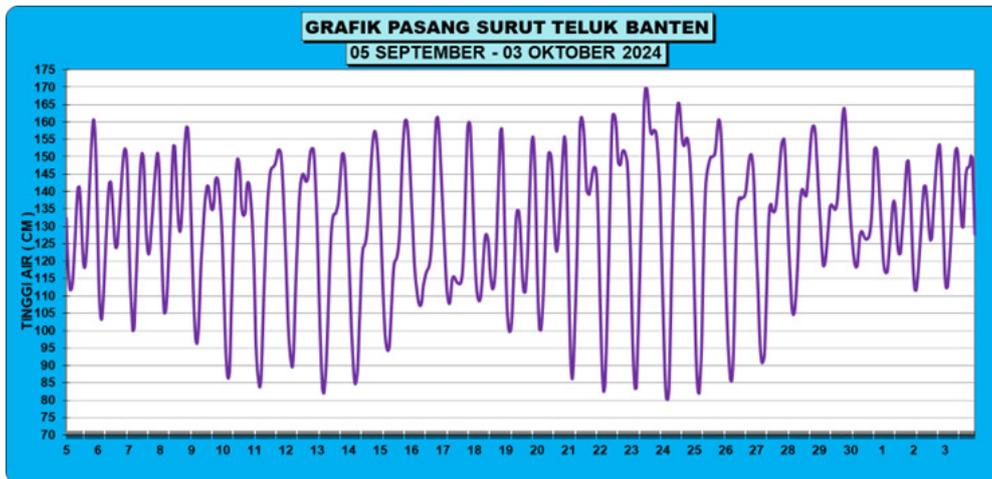
area tersebut, meningkatkan salinitas. Saat surut, air tawar dari sungai atau air dengan salinitas lebih rendah dapat menggantikan air laut, menurunkan salinitas. Pasut juga memengaruhi suhu, karena air yang masuk selama pasang bisa lebih dingin atau lebih hangat dari air lokal, tergantung pada sumbernya. Konduktivitas, yang terkait dengan jumlah ion dalam air, akan berubah seiring perubahan salinitas, di mana air yang lebih asin cenderung memiliki konduktivitas lebih tinggi. Perubahan pasut ini secara teratur memengaruhi parameter-parameter tersebut di lokasi perendaman. Untuk memantau pengaruh pasut ini, alat Tide Master dipasang di lokasi perendaman dari tanggal 05 September s.d. 03 Oktober 2024. Dari pengamatan pasut selama 29 piantan diperoleh data pasut dan di buat grafik pasut pada Gambar 7.

Pada Gambar 7 menunjukkan fluktuasi pasut yang diamati selama periode 29 hari memberikan representasi rinci pola pasang surut di lokasi penelitian. Data pengamatan pasut diolah menggunakan metode Admiralty diperoleh Nilai Formzahl : 2,219 dengan tipe Pasang Surut Campuran Condong Harian Ganda dan hasil konstanta harmonis seperti pada Tabel 6.

Hasil konstanta harmonis ditunjukkan



Tabel 6. Grafik arah dan kecepatan (a) Arus Umum dan (b) Arus Pasut. Sumber: hasil penelitian.
Figure 6. Graph of Direction and Speed: (a) General Current and (b) Tidal Current. Source: Research Findings.



Tabel 7. Grafik Pasang Surut 29 Piantan, sumbu x adalah hari, sumbu y adalah tinggi air. Sumber: hasil penelitian.

Figure 7. Tidal Graph Over a 29-Day Period, with the x-axis representing days and the y-axis representing water level. Source: Research Findings.

Tabel 6. Konstanta Harmonis Pasang Surut
Table 6. Harmonic Constants of Tides

HASIL KONSTANTA HARMONIS										
	S ₀	M ₂	S ₂	N ₂	K ₁	O ₁	M ₄	MS ₄	K ₂	P ₁
A Cm	130	6	10	0	25	10	1	1	3	8
g °		188	276	6	158	137	124	199	276	158

Sumber: hasil penelitian

pada Tabel 6 di atas menunjukkan amplitudo dan fase dari berbagai komponen pasang surut di lokasi tersebut. Amplitudo (A) menunjukkan seberapa tinggi gelombang pasang surut yang dihasilkan oleh masing-masing komponen, di mana komponen rata-rata (S₀) memiliki amplitudo tertinggi sebesar 130 cm, diikuti oleh K₁ dengan 25 cm, dan komponen lainnya seperti M₂, S₂, dan O₁ dengan amplitudo yang lebih kecil. Fase (g) dari setiap komponen diukur dalam derajat, dengan S₀ berada pada 188°, dan K₁ di 137°, menunjukkan posisi gelombang dalam siklus pasang surut. Variasi dalam amplitudo dan fase ini mencerminkan interaksi kompleks antara berbagai gelombang pasang surut yang ada; komponen dengan fase yang dekat dapat saling memperkuat, sementara fase yang berlawanan dapat saling mereduksi. pasut berperan aktif dalam mempengaruhi proses – proses biologi, fisika dan kimia dalam ruang dan waktu yang terjadi di pantai

dan laut (Trujillo & Thurman, 2019) Korosi material logam berbeda-beda tergantung faktor lingkungan dan zona logam tersebut terekspos. Zona percikan, zona pasang surut dan zona pencelupan penuh adalah area yang sangat serius di mana struktur logam mengalami korosi (Roy & Ho, 1994)

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan terhadap pengukuran laju korosi pada baja KI-A sebagai aplikasi badan kapal yang dipengaruhi oleh faktor oseanografi seperti arus, pasut, tempetarur, konduktivitas dan salinitas, untuk hasil pengujian yang telah dilakukan secara keseluruhan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Waktu perendaman mempengaruhi laju korosi pada spesimen baja KI-A dimana makin lama perendaman korosi pada spesimen semakin meningkat. Ditandai dengan secara visual

kondisi spesimen berubah yang awalnya abu abu kemudian menjadi kehitaman dan sedikit kecoklatan dan munculnya lubang-lubang yang menunjukkan bahwa korosi pitting mulai menyerang pada permukaan spesimen serta terjadi penurunan berat akibat korosi sebesar 1,260 gram selama 28 hari/672 jam. Temperatur, konduktivitas dan salinitas mempengaruhi laju korosi dimana semakin tinggi parameter tersebut, laju korosi pada plat baja kapal cenderung meningkat secara signifikan. Peningkatan temperatur mempercepat laju reaksi kimia pada permukaan baja, sehingga ion-ion bergerak lebih cepat dan mempercepat proses oksidasi besi, yang merupakan inti dari korosi. Salinitas yang lebih tinggi, dengan ion klorida (Cl⁻) yang agresif, mempercepat kerusakan lapisan pelindung oksida pada baja, memicu korosi lebih dalam dan luas. Selain itu, kenaikan konduktivitas akibat peningkatan ion terlarut mendukung aliran arus listrik pada permukaan baja, mempercepat reaksi elektrokimia yang menyebabkan korosi. Kondisi arus dengan kecepatan arus maksimum yaitu 0,18 m/s dari arah barat laut kecepatan arus pasang maksimum yaitu 0,17 m/s dari arah barat laut serta kondisi pasang dengan tipe pasang surut campuran condong harian ganda dan juga waktu penelitian saat bulan September s.d Oktober 2024 pada saat musim peralihan II laju korosi plat baja KI-A sebagai spesimen yang diuji selama 28 hari (672 jam) adalah 0,4270 (mmpy).

UCAPAN TERIMA KASIH

Seluruh penulis adalah kontributor utama. Artikel ini adalah bagian dari skripsi penulis pertama yang dibimbing teknis dan penulisan oleh penulis kedua, ketiga. Kami mengucapkan terima kasih kepada Dosen Ilmu Kebumihan Lanjutan atas bimbingan, saran dan masukan dalam penyusunan penelitian ini. Terima kasih kepada Prof. Norma Afiati M.Sc., Ph.D (UNDIP) tentang diskusi bakteri pemakan besi/baja. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada

Komandan Pusdik Hidros, Kaprodi S1 beserta seluruh Staf Prodi Hidrografi STTAL yang telah memberikan fasilitas belajar, dan kepada rekan-rekan Mahasiswa S1 Prodi Hidrografi STTAL angkatan XLIV (44) serta semua pihak yang telah berperan membantu dalam proses penyusunan penelitian dan penulisan naskah ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhithia, R. (2023). Deskripsi umum, fenomena menarik dan rencana pengembangan di Teluk Saleh dan laut sekitarnya. *Joane*, 1(3), 54–65.
- Azis., M. F. (2006). Gerak Air di Laut. *Oseana*, 31, 9 – 21.
- Gurum, Ayu, Rahmayanti, & Nindy. (2015). Perhitungan Laju Korosi di dalam Larutan Air Laut dan Air Garam 3% pada Paku dan Besi ASTM A36. *Jurnal Untirta*, 2(4), 6–12.
- Hendrich, S., Schomann, M., & Johson, D. B. (2011). The Iron-Oxidizing Proteobacteria. *Microbiology*. *Microbiology*, 157, 1551–1564. <https://doi.org/10.1099/mic.0.045344-0>
- Jones, D. A., & Greene, N. D. (1996). Electrochemical Measurement of Low Corrosion Rates. <https://doi.org/doi.org/10.5006/0010-9312-22.7.198>
- 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>
- Ma'arif, M. S., Riani, E., Hadi, S., & Sjaifuddin. (2007). Pengelolaan Lingkungan Wilayah Pesisir dan Laut Teluk Banten

Berkelanjutan [IPB]. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/40870>

Angkatan Laut Prodi S1 Hidrografi Angkatan 44 di Perairan Teluk Banten T.A 2024.

- Mariah, Y. (2021). STUDI KOROSI PLAT BAJA MATERIAL KAPAL TERHADAP SALINITAS DANDERAJAT KEASAMAN (PH) DI PELABUHAN PENGASINAN PERTAMINA JAKARTA. *Jurnal Indonesia Sosial Sains*, 2(3), 494. <http://jiss.publikasiindonesia.id/>
- Oktarina, K., Firmansyah, A., & . P. (2022). Analisa Laju Korosi Pada Material Plat Kapal Cnaxv715 Menggunakan Media Perairan Tarahan Lampung. *Jurnal Redoks*, 7(1), 55–61. <https://doi.org/10.31851/redoks.v7i1.8439>
- Prihatno, H., Abida, R. F., & Sagala, S. L. (2021). Korelasi antara Konduktivitas dengan Jumlah Mineral Terlarut pada Perairan Selatan Pulau Madura. *Jurnal Kelautan Nasional*, 16(3), 211. <https://doi.org/10.15578/jkn.v16i3.9975>
- Purba, N. P., & Pranowo, W. S. (2015). DINAMIKA OSEANOGRAFI, Deskripsi Karakteristik Massa Air dan Sirkulasi Laut.
- Roy, S. K., & Ho, K. H. (1994). Corrosion of steel in tropical sea water. <https://doi.org/doi.org/10.1179/000705994798267665>
- 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>
- Siswanto, A. D., & Nugraha, W. A. (2014). Studi Parameter Oseanografi Di Perairan Selat Madura Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan*, 7(1), 45–49. <http://journal.trunojoyo.ac.id/jurnalkelautan>
- STTAL Hidrografi. (2024). Laporan Latihan Praktek Sekolah Tinggi Teknologi
- Toloei, A., Atashin, S., & Pakshir, M. (2013). Corrosion rate of carbon steel under synergistic effect of seawater parameters including pH, temperature, and salinity in turbulent condition. *Corrosion Reviews*, 31(3–6), 135–144. <https://doi.org/10.1515/correv-2013-0032>
- Trujillo, A., & Thurman, H. (2019). *Essentials of Oceanography*. Columbus : Bell&Howell Company.
- Wardhani, S. D., Suryo, A. A. D., Atmodjo, W., Indrayanti, E., & Rochaddi, B. (2021). Pengaruh Arus terhadap Sebaran Horizontal Suhu dan Salinitas pada 3 Kedalaman yang Berbeda di Perairan Samudera Hindia Bagian Selatan Pulau Jawa. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(2), 134–140. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i2.10972>
- Wisha, U. J., Husrin, S., & Prihantono, J. (2015). Hydrodynamics Banten Bay During Transitional Seasons (August-September) (Hidrodinamika Perairan Teluk Banten Pada Musim Peralihan (Agustus–September)). *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 20(2), 101. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.20.2.101-112>
- Zakowski, K., Narozny, M., Szocinski, M., & Darowicki, K. (2014). Influence of water salinity on corrosion risk - The case of the southern Baltic Sea coast. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(8), 4871–4879. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3744-3>

