



Karakteristik korosi logam kuningan di perairan laut Kota Padang

Edi Septe S.¹, Yoska Bira Fajri²

^{1,2}Universitas Bung Hatta

email: ¹edi.septe@bunghatta.ac.id, ²yoskabirafajri18@gmail.com

Info Artikel :

Diterima :

19 Desember 2025

Disetujui :

25 Januari 2026

Dipublikasikan :

27 Februari 2026

ABSTRAK

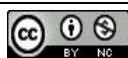
Kondisi air laut yang bervariasi memiliki pengaruh signifikan terhadap korosi yang terjadi pada material yang terendam di dalamnya, sehingga penelitian korosi suatu material di berbagai lokasi perairan laut sangat penting untuk mendapatkan karakteristiknya. Logam kuningan yang banyak digunakan sebagai komponen kapal laut karena sifat mekanik dan ketahanan korosinya yang baik, menjadi penting untuk diteliti jika berada di lingkungan air laut. Penelitian ini menyelidiki laju dan bentuk korosi kuningan yang tersedia di pasaran ketika direndam dalam air laut di kota Padang. Metode pengujian dilakukan berdasarkan ASTM G31-72 (*laboratory immersion corrosion testing of metals*) menggunakan spesimen logam kuningan berdiameter 16 mm x 10 mm. Spesimen tersebut direndam dalam 700 mililiter air laut alami selama 100 hari, di mana setiap 10 hari dilakukan pengambilan data pengujian. Analisis laju korosi spesimen ditentukan berdasarkan metode kehilangan berat, sedangkan bentuk korosi ditentukan berdasarkan analisis permukaan spesimen yang terkorosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen yang direndam selama 10 hari telah mengalami korosi dengan laju 8,81 mpy dan selanjutnya menurun secara eksponensial menjadi 2,28 mpy pada perendaman selama 100 hari. Sedangkan bentuk korosi yang terjadi adalah korosi lokal, di mana permukaan spesimen mengalami kerusakan yang meluas atau dalam.

Kata kunci: Logam Kuningan, Laju Korosi, Bentuk Korosi, ASTM G31-72, Air Laut

ABSTRACT

Varying seawater conditions significantly influence the corrosion of materials submerged in it, so research on the corrosion of materials in various seawater locations is very important for understanding their characteristics. Brass, which is widely used as a component of ships due to its good mechanical properties and corrosion resistance, becomes important to study in seawater environments. This study investigated the rate and form of corrosion of commercially available brass when immersed in seawater in Padang, Indonesia. The test method was carried out in accordance with ASTM G31-72 (laboratory immersion corrosion testing of metals) using brass specimens with dimensions 16 mm x 10 mm. The specimens were immersed in 700 milliliters of natural seawater for 100 days, with test data collected every 10 days. The corrosion rate of the specimens was determined using the weight loss method, while the form of corrosion was determined from analysis of the corroded surfaces. The results showed that the specimens immersed for 10 days corroded at a rate of 8.81 mpy, then decreased exponentially to 2.28 mpy at 100 days of immersion. Meanwhile, the form of corrosion that occurs is local corrosion, in which the specimen's surface experiences extensive or severe damage.

Keywords: Brass, Corrosion Rate, Form Of Corrosion, ASTM G31-72, Sea Water



©2026 Edi Septe S., Yoska Bira Fajri. Diterbitkan oleh Arka Institute. Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Logam kuningan atau paduan tembaga-seng merupakan material logam yang banyak digunakan sebagai komponen pada kapal laut, seperti: selongsong poros, propeller penggerak dan peralatan mekanis lainnya. Pertimbangan pemilihan material ini adalah sifat mekanik yang baik dan ketahanannya terhadap korosi (Upadhyay & Chandrakala, 2017). Meskipun demikian beberapa penelitian menunjukkan bahwa logam kuningan sensitif terhadap korosi air laut (Gan et al., 2022; Lu et al., 2020; Sambodho & Kusherminto Priyo Pratomo, 2024). Korosi yang terjadi adalah *selective leaching* atau *dealloying*, di mana unsur atau fasa dengan potensial elektroda negatif akan lebih dahulu larut ke lingkungan (Williamson et al., 2021), sehingga unsur tertentu dalam paduan akan hilang secara selektif dan meninggalkan material yang berpori. Pada logam kuningan *dealloying* terjadi dalam bentuk dezinkifikasi, dimana seng yang memiliki potensial elektroda lebih negatif dari tembaga akan terlarut meninggalkan paduan tembaga-seng, sehingga logam kuningan menjadi struktur dengan tembaga yang

berpori (Basori et al., 2025; Gupta et al., 2014). Selanjutnya ketahanan korosi tembaga menurun seiring dengan peningkatan korosivitas larutan (Fateh et al., 2020). Kondisi ini menyebabkan penurunan kualitas dan integritas struktural logam kuningan.

Korosi logam di lingkungan air laut dipengaruhi oleh kondisi air laut tersebut, dengan parameter: salinitas, temperatur, pH dan kandungan oksigen terlarut (Chohan et al., 2024). Kondisi air laut berbeda di setiap lokasi, berdasarkan iklimnya air laut dibagi menjadi 3 jenis, yaitu: (a) Air laut tropis, yang terletak di daerah tropis, dengan suhu rata-rata 25-30°C dan salinitas yang rendah, sekitar 3,4%, (b) Air laut subtropis, yang berada di antara garis lintang 23°27' LU dan 35° LU atau 23°27' LS dan 35° LS, dengan temperatur rata-rata 20°C dan salinitas sedikit lebih tinggi, sekitar 3,6%, dan (c) Air laut kutub, yang berada di daerah kutub (di atas 66°33' LU atau di bawah 66°33' LS), dengan temperatur sangat rendah, sekitar -2°C dan salinitas rendah, sekitar 3,2% (Putra et al., 2025).

Indonesia merupakan salah satu negara yang terdiri dari 30% daratan dan 70% lautan dan merupakan negara dengan iklim tropis (Marganingrum & Santoso, 2019). Rata-rata temperatur permukaan air laut di Indonesia berkisar 28–31°C dan merupakan temperatur air laut tertinggi, terutama di daerah yang dilewati oleh garis khatulistiwa (Tanto & Riswanto, 2022). Oleh karena kondisi air laut di Indonesia yang bervariasi (Winoviaz et al., 2024), maka karakteristik korosi logam kuningan akan berbeda ketika berada dilokasi laut yang berbeda.

Yaqin et al. (2022) yang melakukan penelitian korosi logam kuningan dalam air laut buatan, sebagai representasi air laut di Indonesia menunjukkan bahwa perendaman di atas 15 hari cenderung meningkatkan laju korosi karena penurunan kadar pH. Mengingat bahwa pH air laut alami sesungguhnya bergantung pada kondisi lingkungan dan cenderung tidak berubah secara signifikan, maka perlu dilakukan penelitian karakteristik korosi logam kuningan dalam air laut alami, dalam hal ini air laut Kota Padang. Tujuan penelitian ini untuk menghasilkan karakteristik logam kuningan di lingkungan air laut Kota Padang, yang sampai saat ini belum ada, sehingga diharapkan dapat menjadi masukan bagi industri perkapalan dalam pengendalian korosi komponen kapal berbahan logam kuningan khususnya yang beroperasi di perairan Kota Padang.

METODE PENELITIAN

Pengujian korosi pada penelitian ini mengacu pada ASTM G31-72 (*laboratory immersion corrosion testing of metals*), yang menetapkan prosedur dan faktor-faktor yang memengaruhi uji korosi perendaman di laboratorium, khususnya uji kehilangan berat. Faktor-faktor tersebut meliputi persiapan spesimen, peralatan, kondisi pengujian, metode pembersihan spesimen, evaluasi hasil, serta perhitungan dan pelaporan laju korosi (ASTM, 2004).

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah logam kuningan yang terdapat di pasaran Kota Padang yang dibentuk menjadi 30 spesimen uji, masing-masing berdiameter 16 mm dan tebal 10 mm. Permukaan spesimen diratakan dan dihaluskan menggunakan kertas pasir #500, #800 dan #1.000 secara bertahap, kemudian dicuci dengan sabun, dibilas menggunakan aquades dan dikeringkan dengan tisu.

Proses pengujian dilakukan melalui beberapa tahapan. Pertama, penimbangan berat awal masing-masing spesimen menggunakan timbangan digital skala akurasi 4 digit, dan mengukur luas permukaannya dengan jangka sorong ketelitian 0,05 mm. Kedua, merendam 3 spesimen di dalam 700 ml larutan uji (air laut dari kawasan perairan pelabuhan Teluk Bayur, Kota Padang) yang ditempatkan dalam wadah kaca setebal 5 mm, berukuran 10x10x15 cm. Pengujian dilakukan masing-masing selama rentang waktu: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, dan 100 hari. Selama pengujian, kedalaman larutan uji disuplai udara menggunakan aerator berkapasitas 3 liter/menit. Ketiga, setelah waktu pengujian tercapai spesimen dikeluarkan dari larutan uji, dibilas dengan aquades dan dikeringkan di udara. Keempat, penimbangan berat akhir masing-masing spesimen.

Setelah pengujian, selanjutnya dilakukan analisis laju korosi berdasarkan beberapa variabel, yaitu: perbedaan berat spesimen sebelum dan sesudah perendaman, luas permukaan spesimen yang terpapar dengan larutan uji, masa jenis spesimen, serta waktu perendaman. Secara matematis, laju korosi spesimen dihitung dengan persamaan berikut (ASTM, 2004).

$$CR = \frac{\Delta W \cdot K}{D \cdot A \cdot t}$$

Dimana CR adalah laju korosi (mpy–mils per year), ΔW adalah kehilangan berat (gram), K adalah konstanta = $3,45 \times 10^6$, D adalah masa jenis spesimen = $8,5 \text{ gr/cm}^3$, A adalah luas permukaan total spesimen (cm^2), dan t adalah waktu perendaman (jam).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian korosi logam kuningan (masing-masing 3 spesimen) dalam satu wadah berisi 700 mililiter air laut alami, memperlihatkan perubahan berat spesimen terhadap waktu. Perubahan berat setiap spesimen (Δw , gram) diperoleh dengan persamaan berikut.

$$\Delta w = w_{aw} - w_{ak}$$

Dimana, w_{aw} adalah berat awal spesimen (gram) dan w_{ak} adalah berat akhir spesimen (gram). Sedangkan perubahan berat spesimen dalam satu wadah dirata-ratakan dari 3 spesimen uji, dengan persamaan berikut.

$$\Delta w_A = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3}; \Delta w_B = \frac{w_4 + w_5 + w_6}{3}; \dots; \Delta w_J = \frac{w_{28} + w_{29} + w_{30}}{3}$$

Data perubahan berat spesimen hasil pengujian, diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Korosi Logam Kuningan dalam 700mL Air laut

Spesimen	Waktu (jam)	Berat Spesimen (gr)		Perubahan Berat (Δw ,gr)	
		Awal (aw)	Akhir (ak)		
A	240	1	15,51	15,48	0,03
		2	15,72	15,68	0,04
		3	15,80	15,77	0,03
		4	15,45	15,42	0,03
B	480	5	15,58	15,55	0,03
		6	15,89	15,84	0,05
		7	15,59	15,55	0,04
C	720	8	15,59	15,55	0,04
		9	15,98	15,94	0,04
		10	15,49	15,45	0,04
D	960	11	15,58	15,54	0,04
		12	16,08	16,02	0,06
		13	15,90	15,85	0,05
		14	15,47	15,42	0,05
E	1200	15	15,86	15,81	0,05
		16	15,67	15,62	0,05
		17	15,98	15,93	0,05
F	1440	18	15,96	15,90	0,06
		19	15,85	15,80	0,05
		20	15,77	15,71	0,06
G	1680	21	15,59	15,53	0,06
		22	15,28	15,22	0,06
		23	15,68	15,61	0,07
H	1920	24	15,8	15,61	0,07
		25	15,67	15,60	0,07
		26	15,79	15,71	0,08
I	2160	27	15,90	15,83	0,07
		28	15,76	15,68	0,08
		29	15,39	15,32	0,07
J	2400	30	15,59	15,51	0,08

Data hasil pengujian korosi sebagaimana disajikan pada Tabel 1 terlihat bahwa secara umum logam kuningan mengalami pengurangan berat setelah direndam dalam air laut, dimana semakin lama waktu perendaman mengakibatkan peningkatan pengurangan berat yang terjadi pada setiap spesimen. Meskipun dalam satu wadah pengujian ditempatkan 3 spesimen, namun masing-masing spesimen tidak mengalami pengurangan berat yang sama, oleh karena itu pengurangan berat spesimen pada satu wadah dihitung dari pengurangan berat rata-ratanya.

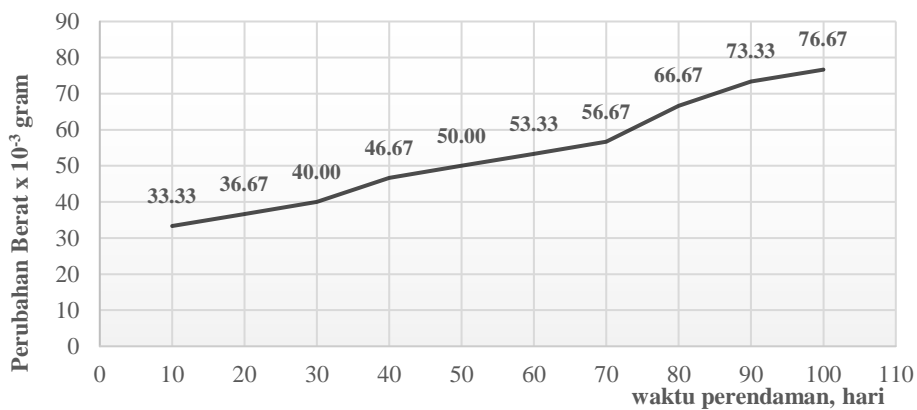
Hasil pengolahan data perubahan berat rata-rata spesimen terhadap waktu perendaman memperlihatkan bahwa pada perendaman selama 10 hari spesimen telah mengalami pengurangan berat dan hal tersebut terverifikasi dengan terjadinya perubahan warna dan kerusakan pada permukaan

spesimen, seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Perubahan warna permukaan spesimen dari kuning keemasan menjadi warna kemerahan yang khas mengindikasikan terjadinya dezinifikasi, yaitu terjadinya pelarutan seng keluar dari paduan dan meninggalkan struktur tembaga yang berpori (Sarver et al., 2010).



Gambar 1. Permukaan Spesimen Sebelum dan Sesudah Perendaman Selama 10 Hari

Pengurangan berat spesimen terus meningkat secara linear terhadap pertambahan waktu perendaman, seperti diperlihatkan pada Gambar 2.

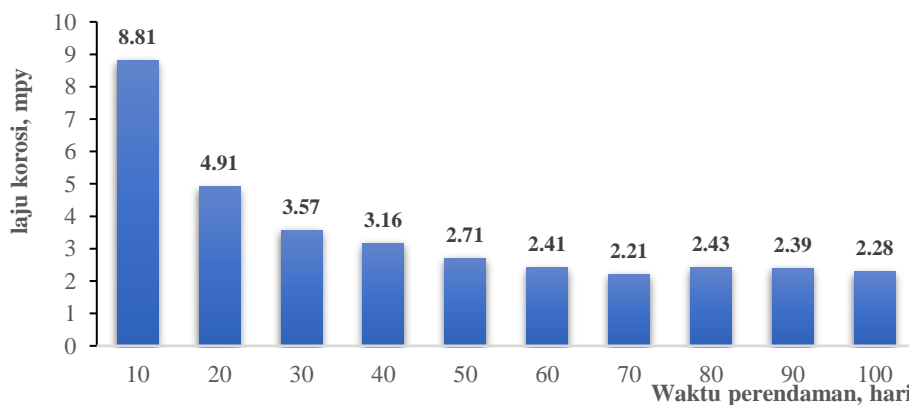


Gambar 2. Perubahan Berat Spesimen Terhadap Waktu Perendaman

Berdasarkan perubahan berat rata-rata spesimen terhadap waktu, dilakukan analisis laju korosi masing-masing spesimen dalam mils per year (mpy), dengan persamaan berikut.

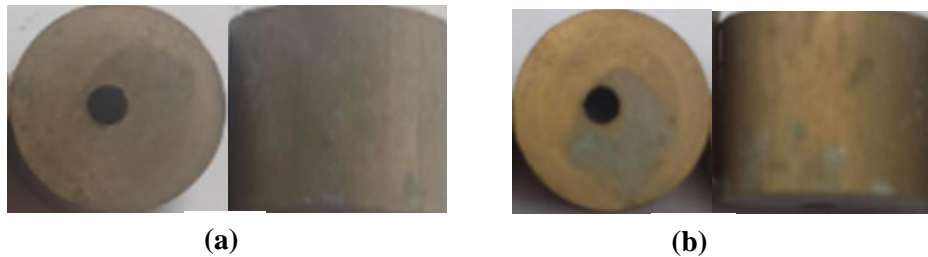
$$CR = \frac{\Delta W \cdot K}{D \cdot A \cdot t}$$

Hasil analisis laju korosi spesimen selama 100 hari dengan rentang pengambilan data setiap 10 hari diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Laju Korosi Logam Kuningan di Lingkungan Air Laut terhadap Waktu Perendaman

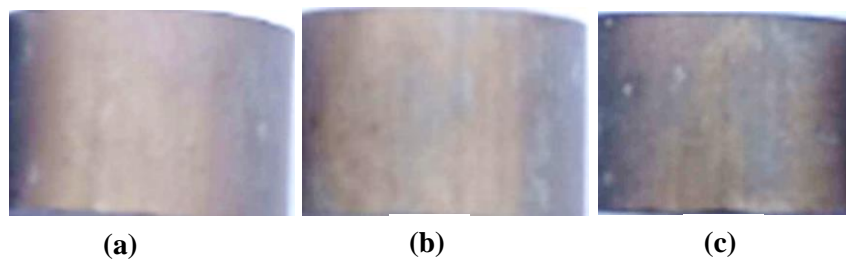
Hasil analisis laju korosi sebagaimana digambarkan dalam bentuk grafik diatas memperlihatkan bahwa pada perendaman selama 10 hari laju korosinya lebih tinggi dibanding perendaman dengan waktu yang lebih lama, sampai dengan 70 hari. Fenomena ini disebabkan karena proses korosi cenderung terjadi pada permukaan spesimen yang telah mengalami kerusakan akibat korosi sebelumnya, dengan kata lain korosi yang terjadi adalah korosi lokal yang terjadi di area-area tertentu pada permukaan material, bukan tersebar merata di seluruh permukaan, seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Hal ini mengakibatkan peningkatan laju korosi terhadap waktu karena kemampuan O_2 terlarut dan spesies reaktif lainnya untuk berdifusi melalui lapisan berpori ke area aktif katodik pada spesimen (Cross & Schuh, 2017).



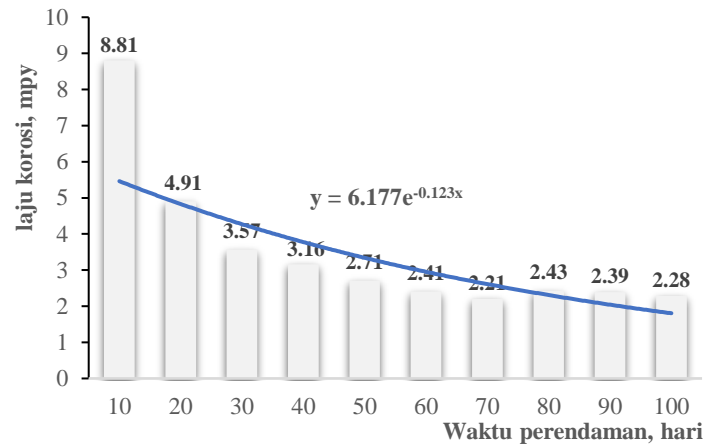
Gambar 4. Foto Permukaan Logam Kuningan Setelah Perendaman 10 Hari (a) Dan 70 Hari (b)

Meskipun laju korosi yang relatif menurun terhadap waktu, akan tetapi kerusakan permukaan spesimen akibat korosi meningkat. Hal ini disebabkan kepadatan lubang yang awalnya meningkat seiring waktu akan mencapai batas maksimum dan kemudian menurun sebagai akibat dari penggabungan lubang-lubang yang ada. Hal ini memungkinkan proses korosi akan menyebabkan kerusakan permukaan ke arah horizontal dan vertikal, sehingga menghasilkan lubang yang lebar dan dalam (McCallum et al., 2014). Pada larutan yang mengandung ion klorida, logam kuningan rentan terhadap korosi lubang (Gorovei & Benea, 2018).

Terjadinya peningkatan laju korosi pada hari ke 80 dan kemudian menurun pada hari ke 90 dan hari ke100, memberikan gambaran bahwa korosi yang terjadi tidak merata pada permukaan logam kuningan, seperti diperlihatkan pada Gambar 5 Hal ini disebabkan karena kerusakan permukaan spesimen yang diindikasikan oleh perubahan berat spesimen tidak linier terhadap pertambahan waktu (Ali & Fulazzaky, 2020), sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Morfologi Permukaan Logam Kuningan Setelah Perendaman 80 Hari (a), 90 Hari (b) Dan 100 Hari (c)



Gambar 6. Trendline Laju Korosi Logam Kuningan Di Lingkungan Air Laut Terhadap Waktu

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap spesimen logam kuningan dalam larutan air laut Kota Padang dengan pH rata-rata 6,8 selama 100 hari menunjukkan bahwa spesimen logam kuningan telah mengalami degradasi dalam bentuk pengurangan berat setelah perendaman selama sepuluh hari dan terus meningkat sejalan dengan semakin lamanya waktu perendaman.

Berdasarkan analisis degradasi yang terjadi pada spesimen, ditemukan bahwa laju korosi spesimen yang terjadi pada awal waktu perendaman relatif tinggi dan selanjutnya menurun secara eksponensial sampai pada batas waktu pengujian. Sedangkan bentuk korosi yang terjadi adalah korosi lokal, dimana proses korosi akan berlangsung secara agresif pada permukaan yang telah mengalami kerusakan, sehingga kerusakan pada permukaan menjadi melebar dan atau menjadi lebih dalam.

Penelitian perilaku korosi logam kuningan di lingkungan air laut ini memiliki implikasi signifikan bagi keselamatan industri dan efisiensi ekonomi, terutama dalam mengoptimalkan pemilihan material dan merancang infrastruktur kelautan yang tahan lama dan berkelanjutan. Meskipun demikian keterbatasan dalam menyajikan struktur mikro hasil pengujian menjadi saran untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, N., & Fulazzaky, M. A. (2020). The empirical prediction of weight change and corrosion rate of low-carbon steel. *Heliyon*, 6(9), e05050. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05050>
- ASTM. (2004). *Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*. ASTM International. <https://store.astm.org/g0031-72r04.html>
- Basori, I., Rozy, F., Premono, A., Sari, Y., Lubi, A., Ponco, M. S., & Irfa'i, M. A. (2025). Microstructure, Hardness, and Corrosion Resistance Analysis of Cu-40Zn-Xsn prepared by Gravity Die Casting Process. *Journal of Physics: Conference Series*, 3139(1), 012031. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/3139/1/012031>
- Chohan, I. M., Ahmad, A., Sallih, N., Bheel, N., Salilew, W. M., & Almaliki, A. H. (2024). Effect of seawater salinity, pH, and temperature on external corrosion behavior and microhardness of offshore oil and gas pipeline: RSM modelling and optimization. *Scientific Reports*, 14(1), 16543. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-67463-2>
- Cross, S. R., & Schuh, C. A. (2017). Modeling localized corrosion with an effective medium approximation. *Corrosion Science*, 116, 53–65. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2016.12.013>
- Fateh, A., Aliofkhaezrai, M., & Rezvanian, A. R. (2020). Review of corrosive environments for copper and its corrosion inhibitors. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(1), 481–544. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2017.05.021>
- Gan, Y., Chang, Y., Chen, C.-C., Li, M., Gan, J., & Li, J. (2022). Seawater Corrosion of Copper and Its Alloy Coated with Hydrothermal Carbon. *Coatings*, 12(6), 798.

<https://doi.org/10.3390/coatings12060798>

- Gorovei, M. C., & Benea, L. (2018). The Effect of Some Key Changes in the Chemistry of Water in Relation to Copper and Brass Corrosion Control. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 374, 012057. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/374/1/012057>
- Gupta, I., Mishra, R. R., Nagaraj, M., & S., R. (2014). An overview on modes of failure of brass components. *Proceedings of SARC-IRF International Conference*, 51–54.
- Lu, X., Liu, Y., Zhao, H., & Wang, Z. (2020). Corrosion Behavior of Brass H62 in Harsh Marine Atmosphere in Nansha Islands, China. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 29(12), 8156–8164. <https://doi.org/10.1007/s11665-020-05287-7>
- Marganingrum, D., & Santoso, H. (2019). Evapotranspiration of Indonesia Tropical Area. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 16(3), 106–116. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v16i3.106-116>
- McCallum, K., Zhao, J., Workman, M., Iannuzzi, M., Kappes, M., Payer, J., Clemons, C. B., Chawla, S., Kreider, K. I., Mimoto, N., & Young, G. W. (2014). Localized Corrosion Risk Assessment Using Markov Analysis. *Corrosion*, 70(11), 1114–1127. <https://doi.org/10.5006/1184>
- Putra, G. S. A., Nindhia, T. G. T., & Negara, D. N. K. P. (2025). Studi Laju Biokorosi Pada Logam Tembaga (Cu) Di Lingkungan Air Laut Tropis. *Teknik Desain Mekanika: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 14(3), 197–205. <https://ejournal2.unud.ac.id/index.php/tdm/article/view/562>
- Sambodho, K., & Kusherminto Priyo Pratomo, K. (2024). The Effect Of Fluid Flow Rate On The Corrosion Rate Of The Pipe Of Sea Water System. *International Journal of Marine Engineering and Applications*, 1(1), 60–68. <https://doi.org/10.30649/ijmea.v1i1.370>
- Sarver, E., Zhang, Y., & Edwards, M. (2010). Review of Brass Dezincification Corrosion in Potable Water Systems. *Corrosion Reviews*, 28(3–4), 155–196. <https://doi.org/10.1515/CORREVE.2010.28.3-4.155>
- Tanto, T. Al, & Riswanto, R. (2022). Kajian Suhu Permukaan Laut (SPL) Menggunakan Analisis Deret Waktu di Perairan Laut Banda. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 15(3), 270–279. <https://doi.org/10.21107/jk.v15i3.14386>
- Upadhyay, A., & Chandrakala, C. (2017). Corrosivity of different media on brass. *International Journal of Modern Trends in Engineering & Research*, 4(12), 1–5. <https://doi.org/10.21884/IJMTER.2017.4373.XJS1E>
- Williamson, A. J., Verbruggen, F., Chavez Rico, V. S., Bergmans, J., Spooren, J., Yurramendi, L., Laing, G. Du, Boon, N., & Hennebel, T. (2021). Selective leaching of copper and zinc from primary ores and secondary mineral residues using biogenic ammonia. *Journal of Hazardous Materials*, 403, 123842. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123842>
- Winoviaz, R. F., Zahrina W., N., Yanfeto, B., & Agassi, R. N. (2024). Visualisasi Parameter Oseanografi Secara Vertikal dan Horizontal di Laut Jawa pada Bulan Februari-Maret 2019. *Jurnal Hidrografi Indonesia*, 6(1), 1–6. <https://doi.org/10.62703/jhi.v6i1.48>
- Yaqin, R. I., Siahaan, J. P., Priharanto, Y. E., Demeianto, B., Tumpu, M., Abrori, M. Z. L., & Priyambodo, B. H. (2022). Corrosion of Brass Fishing Vessel Propeller in Artificial Seawater. *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, 16(1), 11–17. <https://ejournal.brin.go.id/MIPI/article/view/1293/721>