

Analisa Perbandingan Biaya dan Ketahanan Pipa Galvanis Sch 40 dan Pipa Hitam Sch 80 Untuk Sistem Air Laut *Seachest* KM. Pratiwi Indah

(Comparative Analysis of Cost and Durability of Sch 40 Galvanized Pipe and Sch 80 Black Pipe for Seachest Sea Water Systems KM. Pratiwi Indah)

Mursidi¹, Rodlitul Awwalin², Wingky Okta Zunaeda³

**^{1,2,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal,
Fakultas Vokasi Pelayaran, Universitas Hang Tuah**

Abstrak: Sistem pipa air laut pada KM. Pratiwi Indah memiliki peran penting dalam menunjang operasional kapal, namun rentan mengalami kerusakan akibat lingkungan air laut yang bersifat korosif. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab penggantian sistem pipa air laut, membandingkan biaya penggunaan pipa galvanis SCH 40 dan pipa hitam SCH 80, serta menganalisis ketahanan terhadap korosi dari kedua jenis pipa tersebut. Metode penelitian meliputi perhitungan laju korosi, *remaining life*, dan *Life Cycle Cost* (LCC) yang didukung oleh penyajian data dalam bentuk tabel dan grafik. Hasil analisis menunjukkan bahwa pipa galvanis memiliki laju korosi sebesar 0,35 mm/tahun dan *remaining life* 15,14 tahun, sedangkan pipa hitam memiliki laju korosi sebesar 0,53 mm/tahun dan *remaining life* 16,41 tahun. Meskipun pipa hitam memiliki sisa umur yang sedikit lebih panjang, hasil perhitungan LCC selama periode analisis 30 tahun menunjukkan bahwa pipa galvanis memiliki total biaya siklus hidup yang lebih rendah. Berdasarkan hasil analisis teknis dan ekonomi, pipa galvanis SCH 40 direkomendasikan sebagai material yang lebih optimal untuk sistem pipa air laut pada KM. Pratiwi Indah.

Kata Kunci: korosi, *remaining life*, *life cycle cost*, pipa galvanis, pipa hitam

Abstract: The seawater piping system on KM. Pratiwi Indah plays an important role in supporting ship operations; however, it is highly susceptible to damage due to the corrosive marine environment. This study aims to identify the causes of the seawater piping system replacement, compare the costs between galvanized pipe SCH 40 and black pipe SCH 80, and analyze the corrosion resistance of both pipe types. The research methods include the calculation of corrosion rate, remaining life, and Life Cycle Cost (LCC), supported by data presentation in tables and graphs. The analysis results indicate that the galvanized pipe has a corrosion rate of 0.35 mm/year with a remaining life of 15.14 years, while the black pipe has a corrosion rate of 0.53 mm/year with a remaining life of 16.41 years. Although the black pipe shows a slightly longer remaining life, the LCC calculation over a 30-year analysis period demonstrates that the galvanized pipe results in a lower total life cycle cost. Based on the technical and economic analysis, the galvanized SCH 40 pipe is recommended as the more optimal material for the seawater piping system on KM. Pratiwi Indah.

Keywords: Corrosion, Remaining Life, Life Cycle Cost, Galvanized Pipe, Black Pipe

Alamat korespondensi:

Wingky Okta Zunaeda, Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Fakultas Vokasi Pelayaran, Universitas Hang Tuah, Jalan A. R. Hakim 150, Surabaya. e-mail: wingkyzunaeda@gmail.com

PENDAHULUAN

Kapal merupakan sarana transportasi yang berperan penting dalam menunjang kegiatan ekonomi nasional sehingga memerlukan sistem operasional yang andal dan terpelihara

dengan baik. Salah satu sistem vital adalah sistem pipa air laut yang berfungsi sebagai media pendingin mesin induk, ballast, dan peralatan pendukung lainnya melalui *sea chest* sebagai jalur masuk air laut (Pratama & Siregar, 2019).

Sistem air laut bekerja secara kontinu dan terpapar langsung oleh lingkungan laut yang bersifat korosif. Paparan tersebut dapat mempercepat proses korosi pada material baja sehingga menyebabkan penurunan ketebalan pipa, kebocoran, serta gangguan terhadap kinerja sistem pendinginan kapal (Sari, Nugroho, & Wijayanto, 2020).

Dalam praktik perkapalan, pipa baja karbon dan pipa yang dilapisi galvanis umum digunakan pada sistem air laut. Penelitian menunjukkan bahwa perlindungan permukaan seperti galvanisasi mampu menurunkan laju korosi dibandingkan baja karbon tanpa pelindung, terutama pada media air laut dan air payau (Hidayat & Firmansyah, 2018).

Pada KM. *Pratiwi Indah*, penggunaan pipa hitam SCH 80 dalam jangka panjang menunjukkan indikasi laju korosi yang relatif tinggi sehingga memerlukan pemeliharaan dan penggantian material secara berkala. Evaluasi teknis dan ekonomis diperlukan untuk menentukan alternatif material yang lebih tahan terhadap korosi serta efisien dalam jangka panjang.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan ketahanan korosi dan biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost*) antara pipa galvanis SCH 40 dan pipa hitam SCH 80 guna memperoleh material yang lebih optimal untuk sistem pipa air laut kapal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode analisis komparatif kuantitatif untuk membandingkan pipa galvanis SCH 40 dan pipa hitam SCH 80 dari

segi biaya dan ketahanan. Penelitian dilaksanakan di galangan kapal tempat penulis bekerja dan di Universitas Hang Tuah Surabaya sebagai lokasi pembimbingan akademik. Objek penelitian adalah pipa *sea chest* pada KM. *Pratiwi Indah*, dengan waktu pelaksanaan dimulai pada Januari 2025 hingga Juli 2025.

Sumber data dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung ketebalan pipa menggunakan *Ultrasonic Thickness Gauge*, observasi kondisi permukaan pipa, serta wawancara teknisi kapal terkait umur pakai dan frekuensi penggantian pipa. Data sekunder meliputi harga pipa dari pemasok resmi, spesifikasi teknis berdasarkan standar ASME B36.10M dan ASTM, serta data umur pakai dari literatur dan peraturan BKI.

Prosedur penelitian meliputi tahap persiapan, pengumpulan data, dan analisis data. Analisis dilakukan dengan menghitung laju korosi serta menghitung biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost/LCC*). Variabel yang dianalisis meliputi biaya (harga material dan pemasangan) serta ketahanan (umur pakai, laju korosi, dan ketebalan sisa pipa). Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel perbandingan untuk menentukan material yang lebih optimal digunakan pada sistem pipa air laut kapal. Pada perhitungan laju korosi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$CR = \frac{T0 - T1}{t}$$

Dimana:

CR : Laju korosi (mm/tahun)
T0 : Ketebalan awal (mm)
T1 : Ketebalan aktual (mm)
t : Waktu (bulan)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil survei dan pengukuran ketebalan pipa pada sistem *sea chest* KM. Pratiwi Indah, ditemukan bahwa beberapa segmen pipa hitam SCH 80 mengalami penurunan ketebalan akibat proses korosi yang berlangsung selama masa operasional kapal. Penurunan ketebalan tersebut menyebabkan nilai ketebalan aktual pipa berada di bawah batas minimum yang diizinkan sesuai dengan ketentuan klasifikasi, sehingga pipa tidak lagi memenuhi persyaratan kekuatan dan keselamatan untuk digunakan sebagai saluran sistem pendingin air laut *main engine*.

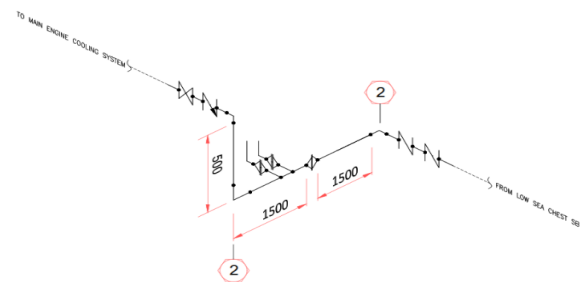


Gambar 1. Terjadinya korosi Pipa Hitam SCH 80

Berdasarkan Gambar 1. Kondisi ini menjadi dasar dilakukannya penelitian yang menyajikan gambaran secara kuantitatif dan kualitatif mengenai perbandingan penggunaan pipa galvanis Schedule 40 dan pipa hitam Schedule 80 pada sistem air laut *sea chest* KM. Pratiwi Indah. Penyajian data meliputi spesifikasi teknis pipa, panjang dan kebutuhan pipa pada sistem, biaya pengadaan dan pemasangan, serta ketahanan terhadap korosi dan estimasi umur pakai.

Data spesifik pipa digunakan sebagai dasar perhitungan analisis biaya dan ketahanan terhadap korosi. Parameter yang dianalisis meliputi diameter nominal, panjang, tebal dinding, material, dan tekanan kerja maksimum. Informasi ini penting untuk menentukan karakteristik teknis pipa yang digunakan pada sistem air laut *seachest* KM. Pratiwi Indah.

Berdasarkan Gambar 2. Diperoleh data dimensi ukuran pipa hitam Schedule 80 yang digunakan pada sistem *sea chest* KM. Pratiwi Indah. Dimensi tersebut meliputi diameter, panjang pipa, serta ketebalan pipa yang menjadi parameter utama dalam analisis teknis selanjutnya. Data dimensi pipa ini digunakan sebagai dasar dalam perhitungan luas penampang, volume material, serta estimasi berat pipa, yang selanjutnya berpengaruh terhadap analisis laju korosi dan penentuan sisa umur pakai (*remaining life*). Untuk memudahkan penyajian dan pembahasan, data dimensi dan karakteristik pipa hitam SCH 80 tersebut kemudian diringkas dan disajikan dalam Tabel 1. Spesifikasi Teknis Pipa Galvanis SCH 40 dan Pipa Hitam SCH 80.



Gambar 2. Data Dimensi Pipa Sistem *Sea Chest* Aktual di Lapangan

Tabel 1. Spesifikasi Teknis Pipa Galvanis SCH 40 dan Pipa Hitam SCH 80

No	Parameter	Galvanis SCH 40	Hitam SCH 80
1	Diameter nominal	10 inch	10 inch
2	Panjang	3500 mm	3500 mm
3	Tebal dinding	5,30 mm	8,70 mm
4	Material	Carbon Steel + Zinc	Carbon Steel
5	Lapisan Pipa	Zinc	Coating
6	Tekanan kerja maksimum	±16 bar	±25 bar

Perhitungan Berat Pipa

Perhitungan berat pipa dilakukan untuk menentukan total berat material yang diperlukan serta biaya materialnya. Berat pipa dipengaruhi oleh diameter nominal, tebal dinding, panjang pipa, dan densitas material. Perhitungan dilakukan menggunakan pendekatan silinder penuh dengan rumus sebagai berikut:

$$W = \rho \times L$$

Dimana:

W : Total berat pipa (kg)

ρ : Massa jenis pipa (kg/m)

L : Panjang pipa (m)

Tabel 2. Hasil Perhitungan Berat Pipa

Pipa	Massa jenis (kg/m)	Panjang (m)	Total Berat (kg)
Galvanis SCH 40	60,29	3,5	211,015
Hitam SCH 80	95,82	3,5	335,37

Rencana Anggaran Biaya Pemasangan Pipa

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dilakukan untuk mengetahui total biaya yang dibutuhkan dalam pekerjaan perpipaan yang ditinjau. RAB disusun berdasarkan hasil perhitungan berat pipa, harga material, serta biaya pemasangan sesuai dengan spesifikasi dan asumsi yang digunakan. Hasil perhitungan RAB ini mencakup biaya material dan biaya pemasangan, yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis biaya keseluruhan.

Berdasarkan Tabel 3. menyajikan Rencana Anggaran Biaya (RAB) total pekerjaan perpipaan yang terdiri dari biaya material dan biaya pemasangan. Biaya material dihitung berdasarkan total berat masing-masing jenis pipa yang dikalikan dengan harga satuan material per kilogram, sedangkan biaya pemasangan dihitung berdasarkan panjang pipa terpasang yang dikalikan dengan harga pemasangan per meter. Total RAB diperoleh dari penjumlahan seluruh komponen biaya tersebut.

Tabel 3. Perencanaan RAB (Rencana Anggaran Biaya)

No	Uraian Pekerjaan	Spesifikasi	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
A	Biaya Material					
1	Pengadaan Pipa Galvanis	SCH 40	kg	211,02	*15.000	3.165.225
2	Pengadaan Pipa Hitam	SCH 80	kg	335,37	*25.000	8.384.250
					Subtotal Material	11.549.475
B	Biaya Pemasangan					
1	Pemasangan Pipa Galvanis	SCH 40	m	3,5	*150.000	525.000
2	Pemasangan Pipa Hitam	SCH 80	m	3,5	*150.000	525.000
					Subtotal Pemasangan	1.050.000
					TOTAL	12.599.475

Catatan : * merupakan harga asumsi dengan kondisi aktual di lapangan.

Perhitungan Laju Korosi

Pada bagian ini disajikan hasil perhitungan laju korosi pipa pada sistem *sea chest* KM. Pratiwi Indah berdasarkan data ketebalan awal dan ketebalan sisa hasil pengukuran di lapangan. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat penurunan material akibat paparan air laut selama masa operasional. Perhitungan laju korosi sebagai berikut:

$$CR = \frac{T0 - T1}{t}$$

Dimana:

CR : Laju korosi (mm/tahun)

T0 : Ketebalan awal (mm)

T1 : Ketebalan aktual (mm)

t : Waktu (bulan)

Tabel 4. Hasil Perhitungan Laju Korosi

Jenis Pipa	Tebal Awal (mm)	Tebal Sisa (mm)	Laju Korosi (mm/tahun)
Galvanis SCH 40	9,30	5,30	0,35
Hitam SCH 80	15,10	8,70	0,53

Perhitungan Remaining Life

Remaining life atau sisa umur pemakaian pipa dihitung berdasarkan tebal dinding dan laju korosi di lingkungan air laut. Analisis ini digunakan untuk menentukan ketahanan jangka panjang masing-masing jenis pipa terhadap korosi. Perhitungan *remaining life* pipa dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut:

$$RL = \frac{T \text{ act (mm)}}{CR \text{ (mm/tahun)}}$$

Dimana:

RL : *Remaining Life* (Tahun)

T act : Tebal aktual (mm)

CR : Laju korosi (mm/tahun)

A. Perhitungan Pipa Galvanis SCH 40

$$RL = \frac{5,30}{0,35} = 15,14 \text{ Tahun}$$

B. Perhitungan Pipa Hitam SCH 80

$$RL = \frac{8,70}{0,53} = 16,41 \text{ Tahun}$$

Pembahasan Ketahanan

Pembahasan ketahanan pipa dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan pipa galvanis dan pipa hitam dalam mempertahankan fungsi serta keselamatan operasional selama masa *layanan* yang direncanakan. Analisis ini didasarkan pada hasil perhitungan laju korosi dan remaining life yang telah diperoleh sebelumnya, sehingga dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai tingkat keandalan masing-masing jenis pipa.

Berdasarkan hasil perhitungan laju korosi (corrosion rate), pipa galvanis memiliki nilai sebesar 0,35 mm/tahun, sedangkan pipa hitam sebesar 0,53 mm/tahun. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pipa galvanis memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap lingkungan air laut yang korosif. Lapisan seng pada pipa galvanis berperan dalam memperlambat proses korosi, sehingga laju penurunan ketebalan material berlangsung lebih lambat dibandingkan pipa hitam.

Sementara itu, hasil perhitungan remaining life menunjukkan bahwa pipa galvanis memiliki sisa umur 15,14 tahun dan pipa hitam 16,41 tahun. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa umur sisa tidak hanya dipengaruhi oleh laju korosi, tetapi juga oleh ketebalan awal pipa dan kondisi operasional. Berdasarkan analisis ketahanan tersebut, selanjutnya dilakukan

perhitungan *Life Cycle Cost* (LCC) untuk mengevaluasi aspek ekonomi dan menentukan material yang lebih optimal digunakan.

Perhitungan *Life Cycle Cost* (LCC)

Perhitungan *Life Cycle Cost* (LCC) dilakukan untuk mengetahui total biaya yang dikeluarkan selama siklus hidup pipa, yang meliputi biaya pengadaan material, biaya pemasangan, biaya pemeliharaan, serta biaya penggantian selama umur layanan. Analisis LCC ini disusun berdasarkan hasil perhitungan laju korosi dan remaining life pipa galvanis dan pipa hitam yang telah dibahas pada subbab sebelumnya, sehingga dapat memberikan gambaran keterkaitan antara ketahanan pipa dan efisiensi biaya dalam jangka panjang. Perhitungan LCC dapat di asumsikan sebagai berikut:

$$LCC = C_0 + (C_m \times n) + C_r$$

Dimana:

LCC : *Life Cycle Cost* (Rupiah)

C_0 : Biaya material (Rupiah)

C_m : Biaya pemeliharaan per tahun (Rupiah)

n : Periode analisis (Tahun)

C_r : Biaya penggantian pipa (Tahun)

Tabel 5. Hasil Perhitungan LCC

Pipa	LCC (Rp)
Galvanis SCH 40	11.355.450
Hitam SCH 80	21.793.500

Perbandingan dan Rekomendasi

Perbandingan dan rekomendasi dilakukan untuk menentukan jenis pipa yang paling optimal berdasarkan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB), hasil analisis ketahanan, dan *Life Cycle Cost* (LCC) yang telah dibahas sebelumnya. Evaluasi ini mempertimbangkan aspek teknis berupa laju korosi dan remaining life, serta aspek ekonomi berupa total biaya selama siklus hidup, sehingga rekomendasi yang dihasilkan dapat mendukung pengambilan keputusan pemilihan material pipa secara komprehensif.

Tabel 6. Hasil Analisis Perbandingan Antara Pipa Galvanis dan Pipa Hitam

No	Parameter Analisis	Satuan	Pipa Galvanis	Pipa Hitam
1	Laju korosi (Corrosion Rate)	mm/tahun	0,35	0,53
2	Remaining life	Tahun	15,14	16,41
3	Biaya material awal	Rp	3.165.225	8.384.250
4	Biaya pemeliharaan tahunan	Rp/tahun	150.000	150.000
5	Biaya penggantian pipa	Rp	3.690.225	8.909.250
6	Total Life Cycle Cost (30 tahun)	Rp	11.355.450	21.793.500
7	Tingkat ketahanan terhadap korosi	–	Lebih baik	Lebih rendah
8	Kebutuhan pemeliharaan	–	Rendah	Tinggi

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis teknis, pipa galvanis memiliki laju korosi sebesar 0,35 mm/tahun, sedangkan pipa hitam memiliki laju korosi sebesar 0,53 mm/tahun. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pipa galvanis memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap korosi dibandingkan pipa hitam. Hal ini disebabkan oleh adanya lapisan pelindung pada pipa galvanis yang mampu memperlambat proses korosi, sehingga penurunan ketebalan material berlangsung lebih lambat.

Hasil perhitungan *remaining life* menunjukkan bahwa pipa galvanis memiliki sisa umur sebesar 15,14 tahun, sementara pipa hitam memiliki sisa umur sebesar 16,41 tahun. Meskipun pipa hitam memiliki laju korosi yang lebih tinggi, nilai *remaining life* yang diperoleh sedikit lebih besar. Kondisi ini menunjukkan bahwa *remaining life* tidak hanya dipengaruhi oleh laju korosi, tetapi juga oleh ketebalan awal pipa dan parameter desain lainnya. Dengan demikian, kedua jenis pipa masih dinyatakan layak untuk digunakan selama periode operasi yang direncanakan.

Ditinjau dari aspek ekonomi melalui analisis *Life Cycle Cost* (LCC), pipa galvanis memiliki total biaya siklus hidup yang lebih rendah dibandingkan pipa hitam. Biaya awal material dan biaya pemeliharaan pipa galvanis yang lebih kecil menyebabkan total biaya kumulatif selama periode analisis menjadi lebih efisien. Oleh karena itu, berdasarkan hasil analisis teknis dan ekonomi, pipa galvanis direkomendasikan sebagai material pipa yang lebih optimal karena

memiliki ketahanan terhadap korosi yang lebih baik serta efisiensi biaya dalam jangka panjang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, penggantian pipa *sea chest* pada KM. Pratiwi Indah disebabkan oleh penurunan ketebalan pipa akibat korosi selama masa operasional. Kondisi tersebut meningkatkan risiko kebocoran dan menurunkan keandalan sistem air laut, terutama pada sistem pendinginan *main engine*.

Dari sisi ekonomi, analisis menunjukkan bahwa pipa galvanis SCH 40 memiliki nilai *Life Cycle Cost* (LCC) yang lebih rendah dibandingkan pipa hitam SCH 80. Meskipun pipa hitam memiliki ketebalan lebih besar, biaya material, perawatan, dan penggantian yang lebih tinggi menyebabkan total biaya siklus hidupnya lebih besar.

Ditinjau dari aspek ketahanan, pipa galvanis memiliki laju korosi yang lebih rendah dibandingkan pipa hitam. Walaupun pipa hitam menunjukkan *remaining life* yang sedikit lebih panjang, laju korosi yang lebih tinggi berpotensi meningkatkan kebutuhan pemeliharaan.

Secara keseluruhan, pipa galvanis SCH 40 direkomendasikan sebagai material yang lebih optimal untuk sistem pipa air laut karena memberikan keseimbangan antara ketahanan terhadap korosi dan efisiensi biaya jangka panjang.

Untuk mendukung keberlanjutan sistem, disarankan agar pemilihan material mempertimbangkan analisis LCC, dilakukan inspeksi berkala, serta penelitian lanjutan terkait pengaruh kondisi lingkungan dan metode

perlindungan tambahan guna meningkatkan akurasi evaluasi teknis.

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, T., & Firmansyah, D. (2018). Analisis laju korosi baja karbon pada media air laut dan air payau. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(2), 85–92.
- Pratama, R., & Siregar, H. (2019). Analisis sistem pendingin mesin kapal berbasis air laut terhadap keandalan operasional. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 8(1), 12–20.
- Ramadhan, M., & Putra, A. (2021). Analisis life cycle cost pada sistem perawatan komponen kapal. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 10(3), 145–152.
- Sari, D., Nugroho, S., & Wijayanto, A. (2020). Studi pengaruh korosi terhadap penurunan ketebalan pipa baja pada lingkungan laut. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 9(1), 33–40.
- Sumaryanto. (2013). Konsep dasar kapal. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Supriyanto. (2007). Tugas Akhir. “Pengaruh Konsentrasi Larutan NaCl 2% dan 3,5% Terhadap Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah”. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- BKI Part 1. Vol. III. *Machinery Instalation*. Biro Klasifikasi Indonesia.
- BKI Part 1. Vol. V. *Material*. Biro Klasifikasi Indonesia.
- ASTM International 2020
- Marcus P., and Oudar J., (1995). Corrosion Mechanisms in Theory and Practice, Marcel Dekker Inc.
- Sularso, Haruo Tahara. (2004). Pompa & Kompesor. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Franky Yonantan. (2017). Analisa Laju Korosi pada Pipa Baja Karbon dan Pipa.
- Fachrudin, T. D. Laju Korosi Pipa Galvanis (Inlet Desalinasi) pada Sea Chest Kapal terhadap Waktu dan Salinitas Air Laut. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 5 No. 03 (2017). Meneliti nilai laju korosi pipa galvanis pada lingkungan air laut dengan variasi waktu dan salinitas.
- Asmara, A. A. B. & Sakti, A. M. Analisa Proses Korosi Besi Safety Railing pada Material Pipa Besi SCH 40. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 8(03), 192–197 (2023). Menganalisis proses korosi pada pipa baja SCH 40 akibat media korosif dan ketebalan pelapisnya.
- Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, T. A. V. dkk. Analisis Pengaruh Kurangnya Ketebalan Pipa Air Laut Sanitary Terhadap Korosi di Kapal MT. BULL KANGEAN. *Jurnal Karya Ilmiah Taruna Andromeda*, Vol. 9 No. 1 (2025). Menilai dampak ketebalan pipa dan pH air laut terhadap korosi pipa kapal.
- Santosa, A. W. B., Baskatara, R., & Mursid, O. Analisa Pengaruh Metode Hot Dip Galvanizing dengan Variasi Temperatur dan Waktu Pencelupan terhadap Laju Korosi Pipa Air Laut Kapal Material Baja AISI 1020. *TEKNIK*, Vol. 43 (2022). Membahas pengaruh proses hot-dip galvanizing pada laju korosi pipa baja di lingkungan air laut.

Maitimu, C. G., Loppies, L. S., Pellu, D. I., & Huka, G. I. Analisa Laju Korosi Pipa SCH 40 Seamless dengan Variasi Media Pengkorosian Air Payau dan Air Laut. *Journal Mechanical Engineering*, 2(2), 183–192 (2024). Penelitian korosi pipa SCH 40 pada berbagai media termasuk air laut.