

SKRIPSI

**ANALISIS PENANGANAN KOROSI PADA *HATCH*
COVER DI ATAS MV FRANCISCA**



ERSYA NAUFAL JAYASRI BAKHRI

21.41.005

NAUTIKA

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2025**

**ANALISIS PENANGANAN KOROSI PADA *HATCH COVER* DI
ATAS MV. FRANCISCA**

Skripsi

Sebagai Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Pelayaran

Program Studi Nautika

Disusun dan Diajukan Oleh

ERSYA NAUFAL JAYASRI BAKHRI

NIT: 21.41.005

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2025**

SKRIPSI
ANALISIS PENANGANAN KOROSI PADA HATCH COVER DI
ATAS MV. FRANCISCA

Disusun dan Diajukan oleh:

ERSYA NAUFAL JAYASRI BAKHRI
NIT. 21.41.005

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal 16 Mei 2025

Pembimbing I

EKA
Menyetujui,

Pembimbing II


Dr. Capt. Moh. Aziz Rohman, M.M., M.Mar.
NIP. 19751029199808 1 001


Capt. Muhlisin, S.A.P., M.M., M.Mar.
NIP. 19740526200502 1 001

Mengetahui:

a.n. Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I

Ketua
Program Studi Nautika


Capt. Falsal Baransi, M.T., M.Mar.
NIP. 19750629199903 1 002


Subehana Rachman, S.A.P., M.Adm. S.D.A.
NIP. 19780908200502 2 001

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi penelitian ini yang berjudul, “Analisis Penanganan Korosi pada Hatch Cover di Atas MV. Francisca”. Penulisan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program Diploma IV Program Studi Nautika, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan skripsi penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi bahasa, susunan kalimat, maupun cara penulisan serta pembahasan materi akibat keterbatasan penulis menguasai materi, waktu, dan data- data yang diperoleh.

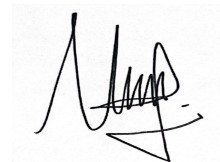
Untuk itu penulis senantiasa menerima kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas skripsi ini. Penulisan skripsi ini dapat terselesaikan karena adanya bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dengan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar - besarnya kepada :

1. Bapak Capt. Rudy Susanto., M.Pd. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Ibu Subehana Rachman., S.A.P., M.Adm.S.D.A. selaku ketua program studi Nautika.
3. Bapak Dr. Capt. Moh. Aziz Rohman., M.M., M.Mar. selaku pembimbing I yang telah membimbing dan meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberi bimbingan dan pengarahan kepada penulis.
4. Bapak Capt. Muhlisin., S.A.P., M.M., M.Mar. selaku pembimbing II yang telah membimbing dan meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberi bimbingan dan pengarahan kepada penulis.
5. Seluruh dosen dan staf pembina, karyawan dan karyawan pada Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

6. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Syamsul Bakhri yang selalu menjadi panutan penulis. Ibunda Andi Erawati atas ketulusan dukungan emosional serta usaha yang selalu dilakukan
7. Teruntuk saudara-saudara penulis yang selalu memberikan semangat dan dorongan untuk menyelesaikan penulisan ini dan juga pasangan penulis Bilqis Azzahra Nur Mahfud yang selalu sabar dalam menemani, membantu, meluangkan waktunya, serta memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Kepada senior, junior dan rekan taruna/i Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar khususnya angkatan XLII dan gelombang LXII atas kebersamaannya selama ini.
9. Seluruh staff *crewing agency* PT. Tenaga Baru Nuansa Persada serta seluruh *crew* kapal MV. Francisca yang telah memberikan wadah untuk berkembang dan memberi pengalaman yang sangat bermanfaat untuk membantu menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap bahwa skripsi ini tidak hanya dapat memberikan manfaat pribadi bagi pengembangan wawasan penulis, tetapi juga bermanfaat bagi pembaca yang perkepentingan. Semoga skripsi ini menjadi pijakan awal untuk pengembangan lebih lanjut di masa pendatang.

Makassar, 16 Mei 2025



Ersya Naufal Jayasri Bakhri
21.41.005

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Ersya Naufal Jayasri Bakhri

Nit : 21.41.005

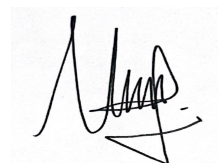
Program Studi : Nautika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul

ANALISIS PENANGANAN KOROSI PADA *HATCH COVER* DI ATAS MV. FRANCISCA

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam skripsi ini, kecuali tema dan peneliti yang nyatakan kutipan, merupakan ide yang penulis susun sendiri. Jika pernyataan diatas terbukti sebaliknya, maka peneliti bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 16 Mei 2025



Ersya Naufal Jayasri Bakhri
Nit. 21.41.005

ABSTRAK

ERSYA NAUFAL JAYASRI BAKHRI, (2025). Analisis Penanganan Korosi di Atas Kapal. (dibimbing oleh Moh. Aziz Rohman dan Muhlisin).

Korosi adalah salah satu permasalahan utama dalam industri perkapalan yang memengaruhi kinerja kapal dan membutuhkan biaya perawatan yang signifikan. Penelitian ini menyoroti pengelolaan korosi di atas MV. Francisca dengan menggunakan metode deskriptif kualitatif. Metode ini bertujuan untuk menggambarkan secara mendalam fenomena yang terjadi, didukung oleh data observasi dan data wawancara.

Langkah-langkah utama pencegahan korosi meliputi inspeksi rutin yang dipimpin *bosun* berdasarkan arahan *Chief Officer*, aplikasi cat primer anti-korosi, serta pembagian tugas yang terorganisir di antara kru. Namun, tantangan seperti cuaca ekstrem, keterbatasan waktu kerja di pelabuhan, dan area tersembunyi yang sulit diakses sering kali menghambat efektivitas penanganan. Penggunaan alat seperti *chipping hammer* menjadi pilihan utama karena praktis, meskipun alat seperti *jet chisel* lebih efektif untuk area luas namun jarang digunakan karena persiapan yang lebih kompleks.

Koordinasi dan komunikasi yang baik antar kru menjadi kunci sukses dalam mendeteksi dan menangani tanda-tanda awal korosi. Berdasarkan analisis, faktor utama yang memicu korosi di MV. Francisca adalah kondisi lingkungan operasional yang ekstrem, termasuk percikan air laut dan suhu. Penanganan korosi juga terkendala oleh operasi kargo yang padat dan keterbatasan alat yang tersedia, sehingga pencegahan belum sepenuhnya optimal. Penelitian ini merekomendasikan peningkatan sumber daya dan strategi koordinasi untuk mengatasi tantangan tersebut secara lebih efektif.

Penelitian ini bertujuan untuk memperdalam pemahaman tentang pencegahan korosi pada struktur kapal, mengidentifikasi langkah preventif yang efektif, serta memberikan kontribusi terhadap efisiensi operasional kapal. Hasilnya diharapkan menjadi dasar bagi pengembangan teknologi perlindungan korosi yang lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan maritim.

Kata Kunci: korosi, perawatan, lingkungan.

ABSTRACT

ERSYA NAUFAL JAYASRI BAKHRI, (2025). *Analysis of Corrosion Handling on Ships. (Supervised by Moh. Aziz Rohman and Muhlisin).*

Corrosion is one of the major challenges in the shipping industry, significantly impacting vessel performance and incurring high maintenance costs. This research examines corrosion management aboard MV. Francisca using a qualitative descriptive method. This method aims to thoroughly describe the phenomenon based on observations and interviews.

Key measures for preventing corrosion include regular inspections led by the bosun under the Chief Officer's guidance, applying anti-corrosion primer paint, and structured crew task allocation. However, challenges such as extreme weather, limited working time in port, and inaccessible areas often hinder effective treatment. Tools like the chipping hammer are preferred for practicality, while jet chisels, although efficient for larger areas, are less frequently used due to complex preparation requirements.

Good crew coordination and communication are critical for detecting and addressing early signs of corrosion. Analysis revealed that extreme operational environments, such as saltwater splashes and fluctuating temperatures, are the main factors triggering corrosion on MV. Francisca. Additionally, dense cargo operations and limited equipment availability further constrain corrosion management efforts. This study recommends resource enhancement and improved coordination strategies to overcome these challenges effectively.

This research aims to deepen the understanding of corrosion prevention on ship structures, identify effective preventive measures, and contribute to the operational efficiency of vessels. The findings are expected to serve as a foundation for the development of more adaptive corrosion protection technologies for maritime environmental conditions.

Keywords : corrosion, maintenance, environment.

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
PRAKATA	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Landasan Teori	8
B. Jenis-jenis Korosi	13
C. Sebab terjadinya korosi	20
D. Penanganan dan Pencegahan Korosi	21
E. Korosi yang terjadi pada kapal	23
F. Kerangka Pikir	28
BAB III METODE PENELITIAN	29
A. Jenis Penelitian dan Waktu Penelitian	29
B. Definisi Operasional Variabel	29
C. Unit Analisis	31
D. Metode Pengumpulan Data dan Media Penelitian	32
E. Teknik Analisis Data	34
BAB IV HASIL PENELITIAN	35
A. Gambaran Umum Objek Penelitian	35

B. Hasil Penelitian	42
C. Pembahasan	63
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	73
A. Simpulan	73
B. Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	78
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	86

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
Gambar 2. 1 Korosi Seragam	14
Gambar 2. 2 Korosi Erosi	15
Gambar 2. 3 Korosi Sumuran	16
Gambar 2. 4 Korosi Galvanik	16
Gambar 2. 5 Korosi Tegangan	18
Gambar 2. 6 Korosi Celah	18
Gambar 2. 7 Korosi Kavitasi	19
Gambar 2. 8 Korosi Lelah	20
Gambar 2. 9 Korosi pada Lambung Kapal	24
Gambar 2. 10 Korosi pada <i>Rudder</i>	24
Gambar 2. 11 Korosi pada Propeller	25
Gambar 2. 12 Korosi pada Pipa Kapal	25
Gambar 2. 13 Korosi pada Mesin Bantu Kapal	26
Gambar 2. 14 Korosi pada <i>Hatch Cover</i>	27
Gambar 2. 15 Kerangka Pikir	28
Gambar 4. 1 <i>Ship Particular</i> MV. Francisca	36
Gambar 4. 2 Kapal MV. Francisca	37
Gambar 4. 2 Struktur Organisasi	39
Gambar 4. 3 Jadwal Operasional Kapal	41
Gambar 4. 4 Sebelum dan Sesudah Maintenance	64
Gambar 4. 5 Penanggulangan korosi menggunakan <i>chipping hammer</i>	65
Gambar 4. 6 Penanggulangan korosi menggunakan <i>jet chisel</i>	66
Gambar 4. 7 Pembersihan sisa korosi menggunakan <i>brush machine</i>	67
Gambar 4. 8 Pengecatan menggunakan cat dasar	68

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
Tabel 4.1 Daftar Pelabuhan Singgah	40
Tabel 4.2 Wawancara bersama <i>Chief Officer</i>	50
Tabel 4.3 Wawancara bersama <i>Bosun</i>	54
Tabel 4.4 Wawancara bersama AB 1	57
Tabel 4.5 Wawancara bersama AB 2	61
Tabel 4.6 Inventaris Alat Perawatan Korosi di Kapal MV. Francisca	69
Tabel 4.7 Inventaris Cat di Kapal MV. Francisca	70

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
Lampiran 1. <i>Ship Particular</i> MV. Francisca	61
Lampiran 2. <i>Crew List</i> MV. Francisca	62
Lampiran 3. Jadwal Operasional <i>Maintenance</i> MV. Francisca	63
Lampiran 4. Tabel Wawancara Terstruktur	64
Lampiran 5. Dokumentasi pengendalian korosi pada <i>hatch cover</i>	67

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Korosi merupakan tantangan krusial dalam industri perkapalan yang berdampak besar secara teknis dan finansial, mulai dari biaya perawatan, penggantian struktur, hingga ancaman terhadap keselamatan operasional. Fenomena ini adalah proses elektrokimia alami yang tak dapat sepenuhnya dicegah, namun dapat dikendalikan melalui strategi perlindungan yang efektif. Mengingat sifatnya yang terus-menerus, upaya mitigasi menjadi sangat penting untuk memperlambat laju degradasi material kapal (Kusumawati & Fahriani, 2024). Dengan penerapan teknologi dan metode perlindungan yang tepat, masa pakai komponen kapal dapat diperpanjang dan potensi kerugian jangka panjang akibat kerusakan struktural dapat diminimalkan secara signifikan.

Pemeliharaan kapal yang sistematis sangat penting untuk menjaga kondisi operasional dan kelayakan kapal secara keseluruhan (Anggara & Sutjahjo, 2019). Salah satu tantangan terbesar dalam perawatan kapal adalah masalah korosi, yang dapat mempengaruhi struktur kapal secara signifikan. Selain kondisi lingkungan tempat kapal beroperasi, seperti suhu dan kadar garam, efektivitas penanggulangan korosi sangat berpengaruh terhadap kondisi kapal. Pada korosi besi, area tertentu pada permukaan besi bertindak sebagai anoda, menyebabkan oksidasi yang mengarah pada pelarutan logam. Secara umum, korosi adalah proses degradasi logam akibat reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungannya. Tanpa perawatan yang tepat, korosi dapat mengurangi integritas struktural kapal, yang berpotensi menurunkan keselamatan dan efisiensi operasional kapal. Oleh karena itu, penerapan strategi pemeliharaan yang efektif dan adaptif terhadap risiko korosi sangat penting untuk

memastikan kelangsungan operasi kapal dalam jangka panjang.

Pembangunan kapal laut mencatat bahwa pada awalnya, desain dan bahan yang digunakan sangat sederhana jika dibandingkan dengan teknologi kapal modern saat ini. Di masa lalu, kayu adalah bahan utama dalam pembuatan kapal. Meskipun kapal kayu menawarkan biaya produksi dan perawatan yang lebih rendah, kelemahannya terletak pada daya tahannya yang terbatas terhadap kondisi laut yang keras. Paparan air laut yang konstan menyebabkan pelapukan, pembusukan, dan serangan organisme laut, yang mengurangi masa pakai kapal. Keterbatasan ini memicu pengembangan material dan teknik konstruksi baru untuk memenuhi kebutuhan pelayaran yang lebih kompleks.

Perkembangan teknologi material kelautan membawa perubahan besar dalam konstruksi kapal, dengan baja sebagai material utama. Berbeda dengan kapal kayu, kapal baja lebih kokoh dan memiliki umur lebih panjang. Meskipun biaya awal dan pemeliharaan kapal baja lebih tinggi, keawetan dan ketahanan jangka panjangnya memberikan efisiensi operasional lebih besar. Namun, baja rentan terhadap korosi (Ihza Mahendra & Dwistiono, 2022), yang memerlukan perlindungan khusus agar struktur kapal tetap terjaga, menjadikan pengendalian korosi aspek penting dalam desain dan pemeliharaan kapal modern.

Korosi yang sering diidentikkan dengan karat, merupakan ancaman serius bagi hampir semua jenis material logam, baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam industri. Proses korosi ini secara alami memengaruhi hampir seluruh jenis logam. Meskipun besi bukan logam pertama yang digunakan manusia, besi dan baja, sebagai turunan dari besi, merupakan material yang paling banyak dipakai dalam berbagai industri, termasuk industri perkapalan.

Dalam konstruksi kapal laut, pelat lambung kapal adalah

bagian yang paling rentan terhadap korosi. Hal ini disebabkan oleh paparan terus-menerus terhadap air laut yang mengandung garam, terutama pada bagian lambung yang berada di bawah garis air. Korosi pada pelat lambung kapal dapat menurunkan kekuatan struktural, yang dapat membahayakan keseluruhan integritas kapal. Selain itu, permukaan lambung yang terkorosi akan meningkatkan gesekan dengan air, yang mengurangi kecepatan kapal dan meningkatkan konsumsi bahan bakar. Penurunan kekuatan akibat korosi juga berisiko mengurangi keselamatan muatan dan penumpang, terutama dalam kondisi laut buruk. Oleh karena itu, penting untuk memahami mekanisme korosi pada pelat lambung dan menerapkan strategi perlindungan yang tepat guna menjaga keamanan dan efisiensi operasional kapal.

Korosi yang disebabkan oleh lingkungan air laut menjadi ancaman utama bagi ketahanan pelat lambung kapal. Kasus tenggelamnya KM. Sweet Istanbul di area labuh jangkar Tanjung Priok pada Maret 2017, yang dilaporkan oleh KNKT, mengilustrasikan secara nyata bahaya korosi yang tidak terkelola dengan baik. Meskipun insiden ini tidak mengakibatkan korban jiwa atau pencemaran, karena kapal sedang tidak beroperasi, tenggelamnya kapal kontainer berbendera Indonesia yang dibangun pada 1991 ini menunjukkan adanya kerusakan struktural yang serius.

Hasil investigasi KNKT mengungkapkan bahwa buritan kapal menyentuh dasar laut pada kedalaman 30 meter. KM. Sweet Istanbul, yang sebelumnya dikenal sebagai Elegance dan dibeli oleh PT. Alkan Abadi pada 2010, memperlihatkan bahwa meskipun baja dikenal sebagai material yang kuat, paparan terus-menerus terhadap air laut yang korosif dan usia kapal yang sudah tua dapat mengurangi kekuatannya. Insiden ini menekankan pentingnya inspeksi rutin dan pemeliharaan menyeluruh, terutama

pada kapal yang telah beroperasi lama di lingkungan maritim. Dengan perawatan yang kurang memadai, potensi kegagalan struktural dapat meningkat, yang berisiko menyebabkan kecelakaan fatal. Oleh karena itu, pengelolaan korosi dan pemantauan ketat terhadap kondisi lambung kapal harus menjadi prioritas dalam menjaga keselamatan kapal dan operasional yang efisien.

Korosi adalah proses degradasi material yang disebabkan oleh interaksi antara material dan lingkungannya (Yunus, 2019), yang dipengaruhi oleh dua kelompok faktor utama: faktor internal material dan faktor eksternal lingkungan. Faktor internal meliputi kemurnian bahan, struktur mikroskopis, komposisi unsur paduan, bentuk kristal, serta teknik pengolahan dan pencampuran material. Sementara faktor eksternal mencakup polusi udara, suhu atmosfer, kelembaban, dan zat kimia korosif. Gabungan antara kerentanan material dan agresivitas lingkungan menentukan laju serta tingkat kerusakan akibat korosi.

Pada kapal baja, salah satu bagian yang sangat rentan terhadap korosi adalah *hatch cover* (penutup palka), yang berfungsi melindungi ruang kargo dari elemen eksternal seperti air laut, hujan, dan kelembapan tinggi. Kerentanan *hatch cover* terhadap korosi dapat mengakibatkan kebocoran, yang berpotensi merusak muatan kargo dan mengancam stabilitas kapal saat berlayar (Abdurrahman et al., 2023). Oleh karena itu, pengendalian korosi pada *hatch cover* sangat penting untuk menjaga keamanan dan efisiensi kapal secara keseluruhan.

Selama praktik laut di MV. Francisca, penulis mengamati permasalahan korosi pada *hatch cover* yang sering terpapar air laut yang mengandung garam dan cuaca ekstrem di lautan. Penggunaan intensif selama bongkar muat mempercepat laju korosi karena gesekan dan kerusakan mekanis yang dapat

membuka pelindung material baja. Keterbatasan waktu untuk perawatan yang optimal semakin memperburuk kondisi ini, terutama dengan jadwal operasional yang padat dan cuaca buruk di Laut Utara dan Samudra Atlantik Utara.

Pengaruh korosi pada baja dapat memperpendek umur struktur kapal, termasuk *hatch cover* (Rubtsov et al., 2022). Proses korosi dapat berjalan lebih cepat saat kapal tidak beroperasi atau berlabuh lama karena kurangnya ventilasi dan adanya genangan air laut. Fluktuasi suhu ekstrem, kelembapan tinggi, dan paparan air laut yang terus-menerus mempercepat korosi, menuntut perlindungan yang lebih efektif untuk menjaga kekuatan struktural dan ketahanan kapal dalam jangka panjang.

Berdasarkan pengalaman penulis selama praktik laut di MV. Francisca, yang berlangsung dari 4 September 2023 hingga 5 September 2024, ditemukan bahwa korosi pada hatch cover disebabkan oleh beberapa faktor, seperti intrusi air laut akibat cuaca buruk, fluktuasi suhu ekstrem antara siang dan malam, perbedaan iklim di berbagai wilayah pelayaran, serta kurangnya pengoptimalan jadwal perawatan. Dampak dari korosi ini memerlukan perbaikan dan pemeliharaan rutin oleh seluruh awak kapal guna mencegah kebocoran yang dapat berdampak fatal pada kualitas dan keamanan muatan kargo.

Skripsi ini berfokus pada analisis mendalam terhadap masalah korosi pada *hatch cover* kapal, yang berasal dari observasi langsung penulis di MV. Francisca. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis metode pencegahan korosi yang efektif di kapal. Sebagai bagian dari awak kapal, penulis terlibat langsung dalam upaya perawatan rutin hatch cover untuk memperlambat laju korosi dan memastikan fungsinya dalam melindungi ruang kargo.

Meski korosi dianggap sebagai proses alami yang tidak

dapat sepenuhnya dihindari, penelitian ini bertujuan untuk mengurangi dampaknya pada *hatch cover* sehingga laju korosi dapat dikendalikan secara efektif. Melalui penerapan strategi perawatan yang tepat, diharapkan umur pakai kapal dapat sesuai dengan estimasi awal, serta meminimalkan kerugian finansial dan operasional akibat kebocoran pada ruang kargo. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi langkah-langkah pencegahan dan penanganan yang paling efektif, berdasarkan data yang terkumpul selama praktik laut.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang "Analisis Penanganan Korosi pada *Hatch Cover* di atas Mv. Francisca."

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan sebelumnya, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan utama sebagai berikut:

1. Faktor-faktor apakah yang menyebabkan terjadinya korosi di atas kapal?
2. Bagaimana cara untuk menanggulangi terjadinya korosi di atas kapal?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan utama, antara lain:

1. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam faktor penyebab utama korosi serta menjelaskan proses terbentuknya karat pada struktur kapal, dengan mengacu pada pengalaman di MV. Francisca.
2. Difokuskan pada perumusan strategi perawatan kapal yang efisien untuk mengendalikan dan mencegah korosi. Hasil kajian diharapkan memberikan rekomendasi perawatan yang tepat guna dan mudah diterapkan.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan banyak manfaat yang penting. Manfaat tersebut terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu manfaat dalam memperluas pemahaman teori dan manfaat yang bisa langsung diterapkan dalam praktik. Berikut penjelasan lebih lanjut manfaat dari penelitian ini, antara lain:

1. Manfaat Secara Teoritis

Dari aspek keilmuan, penelitian ini bertujuan memperkaya literatur teknik perkapalan dan ilmu material, khususnya dalam memahami proses korosi di lingkungan maritim. Hasil penelitian diharapkan bermanfaat bagi akademisi, praktisi, dan mahasiswa dalam memahami dinamika korosi di atas kapal serta strategi pencegahannya. Penelitian ini juga diharapkan menjadi referensi akademik di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar dan berkontribusi pada pengembangan kurikulum yang relevan dengan industri pelayaran saat ini.

2. Manfaat Secara Praktis

Penelitian ini diharapkan memberikan solusi nyata bagi industri pelayaran dalam menangani masalah korosi. Dengan mengidentifikasi penyebab kurang optimalnya perawatan, penelitian ini dapat menjadi dasar pengambilan keputusan dan perbaikan strategi pemeliharaan kapal. Informasi yang dihasilkan diharapkan mampu membantu memperlambat proses korosi, meningkatkan efisiensi operasional, menekan biaya perawatan, dan memperkuat keselamatan pelayaran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Arti dari Analisis

Analisis, dalam konteks akademis dan praktis, merupakan sebuah proses kognitif yang melibatkan pemecahan suatu entitas kompleks menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan terkelola. Tujuannya adalah untuk memahami karakteristik individual setiap komponen, mengidentifikasi relasi yang terjalin di antara komponen-komponen tersebut, serta memahami fungsi spesifik masing-masing bagian dalam membentuk keseluruhan yang koheren. Dengan kata lain, analisis memungkinkan kita untuk melihat "hutan" melalui pemahaman mendalam tentang "pohon-pohon" yang menyusunnya (Agnafia, 2019).

Sedangkan pendapat dari Wiradi (2021) ,mendefinisikan analisis sebagai serangkaian tindakan yang meliputi pemilahan, penguraian, dan pembedaan suatu objek atau konsep. Proses ini dilanjutkan dengan penggolongan dan pengelompokan berdasarkan kriteria yang relevan, yang pada akhirnya bertujuan untuk mengeksplorasi makna serta keterkaitan antar elemen yang telah dipilah. Dengan demikian, analisis bukan sekadar memecah, tetapi juga mencari benang merah yang menghubungkan setiap bagian.

Analisis adalah tindakan mengurai suatu pokok permasalahan menjadi bagian-bagian yang lebih spesifik. Proses ini diikuti dengan penelaahan mendalam terhadap setiap bagian secara individual, serta investigasi terhadap hubungan timbal balik antar bagian tersebut. Tujuan utama dari analisis, menurut Darminto, adalah untuk mencapai pemahaman yang akurat dan komprehensif mengenai arti keseluruhan dari pokok permasalahan yang sedang diteliti (Dwi Prastowo Darminto, 2021).

Dari perspektif metodologi penelitian, Husein Umar (dalam Liputan 6, 2021) memandang analisis sebagai tahapan krusial dalam rangkaian pekerjaan riset. Menurutnya, analisis merupakan proses kerja yang meliputi serangkaian tahapan sebelum penyusunan laporan penelitian, yang menunjukkan bahwa analisis bukan hanya sekadar interpretasi data, tetapi juga fondasi bagi dokumentasi dan pelaporan hasil riset yang sistematis.

Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) juga memberikan definisi yang relevan, menyatakan bahwa "Analisis adalah penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri serta hubungan antara bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat dan pemahaman arti keseluruhan." Definisi ini memperkuat gagasan bahwa analisis melibatkan dekonstruksi dan rekonstruksi pemahaman.

Dengan merangkum berbagai perspektif di atas, dapat disimpulkan bahwa analisis secara umum merupakan aktivitas intelektual yang melibatkan serangkaian tindakan sistematis. Tindakan-tindakan tersebut meliputi penguraian suatu entitas menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, pembedaan karakteristik setiap bagian, dan pemilahan berdasarkan kriteria tertentu. Proses ini dilanjutkan dengan pengelompokan kembali bagian-bagian tersebut berdasarkan hubungan dan keterkaitannya, yang pada akhirnya bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang mendalam dan akurat mengenai makna serta implikasi dari keseluruhan entitas yang dianalisis. Analisis bukan hanya sekadar memecah, tetapi juga membangun kembali pemahaman yang lebih utuh dan terstruktur.

2. Pengertian Korosi

Korosi, dalam perspektif ilmu material, didefinisikan sebagai degradasi kualitas suatu material, khususnya logam, akibat reaksi kimia dengan elemen-elemen alami di sekitarnya (Sidiq, 2013).

Proses ini tidak hanya melibatkan reaksi kimia biasa, tetapi juga dapat dipercepat atau dimodifikasi oleh faktor mekanis, seperti gesekan akibat aliran gas atau cairan korosif yang bergerak relatif terhadap permukaan logam. Lebih spesifik lagi, Utomo (2009) mengidentifikasi *impingement corrosion*, yaitu korosi yang disebabkan oleh impak fluida berkecepatan tinggi yang dapat mengikis lapisan pelindung pada baja dan memicu korosi.

Dalam konteks lingkungan maritim, Julianto (2010) dalam penelitiannya menyoroti kompleksitas faktor-faktor yang memengaruhi korosi air laut. Faktor-faktor tersebut meliputi keberadaan gas-gas terlarut dalam air laut (aerosol), paparan air hujan dan embun, kondensasi uap air, tingkat kelembaban atmosfer, serta resistivitas air laut itu sendiri (Royani, 2021). Secara inheren, lingkungan air laut kaya akan ion klorida, yang diperparah dengan tingkat penguapan yang tinggi, menciptakan kondisi yang sangat kondusif untuk terjadinya korosi pada material logam.

Secara lebih umum, korosi dapat dipahami sebagai destruksi progresif suatu zat, seperti logam dan material konstruksi berbasis mineral, akibat interaksi paksa dengan media di sekitarnya, yang umumnya berupa cairan (agen korosif). Proses ini biasanya berawal dari permukaan material dan disebabkan oleh reaksi kimia, dan dalam kasus logam, seringkali melibatkan mekanisme elektrokimia (Kusminah et al., 2023). Kerusakan yang diakibatkan oleh korosi kemudian dapat merambat ke bagian interior material, mengurangi integritas struktural dan fungsionalitasnya, seperti yang dijabarkan oleh Jung et al. (2022) bahwa pengaruh kinerja seismik pada elemen beton berkurang dan rusak akibat korosi. Fenomena korosi sangat umum terjadi pada besi, yang menghasilkan karat; pada perak, yang menghasilkan noda; serta pada tembaga dan kuningan, yang membentuk lapisan patina berwarna hijau. Dampak dari peristiwa korosi dapat sangat

merugikan, sebagaimana terlihat pada kasus keroposnya lambung kapal, degradasi jembatan, dan kerusakan pada berbagai konstruksi berbahan dasar besi lainnya.

Penting untuk dicatat bahwa korosi tidak dapat dicegah sepenuhnya karena secara termodinamika merupakan proses alami di mana logam cenderung untuk kembali ke bentuk oksida atau senyawa asalnya yang lebih stabil (Lenhart et al., 2023). Meskipun demikian, pengendalian korosi secara maksimal adalah suatu keharusan, mengingat implikasi ekonomi dan keamanan yang signifikan. Korosi berlangsung secara spontan dan disertai dengan pelepasan energi bebas, menjadikannya proses yang secara alami akan terus berlanjut. Menurut Mo et al. (2015) korosi melibatkan empat komponen esensial, antara lain:

- a. Anoda sebagai Tempat Oksidasi dan Kerusakan Logam
Anoda adalah area di permukaan logam tempat atom logam melepaskan elektron dan berubah menjadi ion positif. Proses ini menyebabkan pelarutan logam dan menghasilkan produk korosi seperti karat.
- b. Katoda sebagai Lokasi Reaksi Reduksi
Katoda adalah bagian logam tempat terjadi reaksi reduksi, menerima elektron dari anoda. Meskipun tidak mengalami korosi langsung, reaksi ini penting dalam melengkapi siklus elektrokimia korosi.
- c. Elektrolit sebagai Penghantar Arus Ion
Elektrolit, seperti air laut, memungkinkan pergerakan ion antara anoda dan katoda. *Medium* ini sangat penting dalam mendukung reaksi korosi karena menjadi jalur *transfer* muatan listrik.

d. Koneksi Listrik antara Anoda dan Katoda

Koneksi listrik memungkinkan aliran elektron dari anoda ke katoda. Tanpa koneksi ini, reaksi elektrokimia korosi tidak bisa terjadi secara berkelanjutan.

3. Pengertian *Hatch Cover*

Hatch cover, atau penutup palka, merupakan komponen krusial pada struktur kapal yang memiliki fungsi utama untuk melindungi muatan kargo dari berbagai elemen eksternal yang berpotensi merusak selama pelayaran. Menurut Fitriani, dkk. (2021), *hatch cover* berperan vital dalam menjaga kargo dari paparan air laut yang korosif, kondisi cuaca ekstrem seperti hujan dan panas berlebihan, serta berbagai bentuk kontaminasi dari luar. Lebih lanjut, International Maritime Organization (IMO) melalui Safety of Life at Sea (SOLAS) Chapter II-1, menetapkan standar bahwa *hatch cover* harus memiliki sifat *weathertight* atau kedap air. Persyaratan ini esensial untuk menjamin keamanan muatan yang diangkut serta menjaga stabilitas keseluruhan kapal selama berlayar di berbagai kondisi laut (IMO, 2004).

Sejalan dengan pentingnya fungsi *hatch cover*, Lloyd's Register (2021) mengidentifikasi beberapa jenis utama *hatch cover* yang umum digunakan dalam industri perkapalan. Klasifikasi ini meliputi *folding type* (tipe lipat), *rolling type* (tipe gulung), *lift-away type* (tipe angkat lepas), dan *side-rolling type* (tipe gulung samping). Desain dari masing-masing tipe ini disesuaikan dengan jenis kapal tertentu dan kebutuhan operasionalnya, mempertimbangkan faktor seperti ukuran palka, frekuensi akses kargo, dan metode bongkar muat.

Untuk memastikan kinerja *hatch cover* yang optimal dan mencegah potensi kebocoran yang dapat membahayakan kargo dan stabilitas kapal, perawatan rutin dan inspeksi berkala merupakan aspek yang tidak dapat diabaikan. The Nautical Institute

(2019) menekankan pentingnya pemeriksaan rutin terhadap *seal* (segala jenis penutup kedap air), *locking mechanism* (mekanisme penguncian), serta keseluruhan struktur *hatch cover*. Perawatan yang tepat waktu dan inspeksi yang teliti akan membantu mengidentifikasi potensi kerusakan atau keausan sejak dini, sehingga tindakan perbaikan dapat diambil sebelum masalah berkembang menjadi lebih serius dan mengganggu operasional kapal. Dengan demikian, pemeliharaan *hatch cover* bukan hanya masalah kepatuhan terhadap regulasi, tetapi juga investasi penting dalam keselamatan dan efisiensi pelayaran.

B. Jenis-jenis Korosi

1. Korosi Seragam (*uniform corrosion*)

Korosi seragam merupakan bentuk degradasi material yang ditandai dengan laju korosi yang relatif merata di seluruh permukaan logam atau paduan yang berinteraksi dengan lingkungan korosif (SSM, 2024). Karakteristik utama dari jenis korosi ini adalah pola serangannya yang menyeluruh dan tampak merata di semua area permukaan logam yang terpapar. Kemunculan korosi seragam umumnya terjadi ketika lingkungan korosif, dalam konteks kapal adalah air laut, memiliki akses yang sama ke setiap bagian permukaan logam. Lebih lanjut, secara termodinamika, kondisi ini biasanya terjadi pada material yang memiliki komposisi kimia yang homogen di seluruh bagiannya, seperti pada pelat lambung kapal yang umumnya terbuat dari baja dengan spesifikasi yang seragam. Dengan demikian, korosi seragam dapat diprediksi dan diukur tingkat kerusakannya secara relatif mudah karena kehilangan material terjadi secara bertahap dan merata di seluruh permukaan.



Gambar 2.1 Korosi Seragam

2. Korosi Erosi (*erosion corrosion*)

Korosi erosi adalah jenis kerusakan material yang terjadi pada permukaan logam akibat adanya aliran fluida (dalam konteks kapal, terutama air laut) dengan kecepatan tinggi (Zadeh & Rashidi, 2020). Aliran fluida yang deras ini secara mekanis mengikis dan menghilangkan lapisan film pelindung yang secara alami terbentuk pada permukaan logam atau yang sengaja diaplikasikan sebagai proteksi (Bradford, 2004). Lebih lanjut, Bradford (2004) juga menjelaskan bahwa korosi erosi dapat dipercepat oleh efek-efek mekanis lain yang terjadi pada permukaan logam, seperti keausan akibat partikel padat dalam fluida, gesekan dengan material lain, dan abrasi. Pada pelat lambung kapal, korosi yang telah menyebabkan permukaan menjadi kasar dan tajam akan lebih rentan terhadap korosi erosi karena aliran air laut yang turbulen dapat dengan mudah mengikis area-area yang tidak rata tersebut.

Selain itu, fenomena *impingement corrosion* juga merupakan subkategori dari korosi erosi. Jenis korosi ini terjadi akibat impak langsung dari aliran fluida yang sangat kuat dan terarah, yang mampu merusak atau menghilangkan lapisan pelindung pada permukaan logam baja. Logam baja yang kehilangan lapisan pelindungnya akan lebih mudah mengalami korosi (Jamaludin, 2019). Korosi erosi umumnya sering dijumpai pada sistem perpipaan kapal di mana fluida mengalir dengan kecepatan tinggi, serta pada *propeller* (baling-baling kapal) yang

secara terus-menerus terpapar oleh kecepatan aliran air di bawah permukaan laut. Kombinasi antara aksi korosif air laut dan erosi mekanis akibat kecepatan aliran inilah yang menyebabkan kerusakan signifikan pada komponen-komponen tersebut.



Gambar 2.2 Korosi Erosi

3. Korosi Sumuran (*pitting corrosion*)

Korosi sumuran (*pitting corrosion*) adalah jenis korosi lokal yang berbahaya karena kerusakannya terkonsentrasi dan menembus dalam pada beberapa titik akibat tidak seragaman komposisi logam atau kontak antar logam berbeda potensial. Logam kurang mulia pada area batas akan menjadi anoda dan membentuk sumuran. Menurut Makhlouf & Botello (2018), pada material bebas cacat, korosi sumuran dipicu lingkungan kimia agresif seperti ion klorida yang merusak lapisan oksida pelindung, menyebabkan serangan anodik intensif dan pembentukan sumuran acak pada permukaan logam yang terpapar lingkungan berklorida seperti air laut. Sumuran yang dalam dan kecil seringkali sulit dideteksi namun dapat signifikan mengurangi kekuatan struktur tanpa indikasi kerusakan permukaan yang luas.



Gambar 2.3 Korosi Sumuran

4. Korosi Galvanik (*galvanic corrosion*)

Korosi galvanik adalah proses elektrokimia yang timbul saat dua logam berbeda potensial listriknya terhubung elektrik dalam elektrolit, seperti air laut (Jones, 1996). Koneksi ini bisa berupa sentuhan fisik atau melalui media penghantar. Perbedaan potensial membentuk sel galvanik, di mana logam yang lebih aktif (anoda) melepaskan elektron dan terkorosi, sementara logam yang lebih pasif (katoda) menerima elektron.

Fenomena ini umum pada sistem multi-logam, contohnya pada otomotif saat aluminium dan baja bersentuhan dalam kondisi lembab, menyebabkan korosi pada aluminium. Pencegahan korosi galvanik dilakukan dengan mengisolasi kedua logam menggunakan material non-konduktif untuk memutus aliran elektron dan mencegah pembentukan sel galvanik. Metode ini diterapkan pada perlindungan baja di lambung kapal dan sistem perpipaan yang berpotensi kontak dengan logam lain dalam lingkungan korosif.



Gambar 2.4 Korosi Galvanik

5. Korosi Tegangan (*stress corrosion*)

Korosi tegangan (*stress corrosion*) merupakan mekanisme kerusakan material yang terjadi akibat sinergi antara tegangan tarik yang signifikan pada suatu komponen dan keberadaan lingkungan yang korosif (Parkins, 1998). Fenomena ini ditandai dengan pembentukan dan perambatan retakan pada material, yang umumnya terjadi secara tegak lurus terhadap arah tegangan tarik yang bekerja. Kondisi dan karakteristik retakan yang terbentuk sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang saling berinteraksi, termasuk struktur mikro dan komposisi metalurgi material yang bersangkutan, serta sifat agresifitas lingkungan korosif tempat material tersebut terpapar.

Salah satu aspek penting dari korosi tegangan adalah hubungan antara besarnya tegangan tarik yang dialami material dengan waktu yang dibutuhkan hingga inisiasi dan propagasi retak. Secara umum, semakin tinggi tingkat tegangan tarik yang bekerja pada komponen, semakin cepat pula waktu yang diperlukan bagi retakan korosi tegangan untuk muncul dan berkembang. Hal ini mengimplikasikan bahwa komponen yang memikul beban tinggi dalam lingkungan korosif memiliki risiko yang lebih besar dan lebih cepat mengalami kegagalan akibat mekanisme korosi tegangan. Oleh karena itu, pemahaman dan pengendalian faktor-faktor yang memicu korosi tegangan sangat krusial dalam desain dan operasional struktur yang terpapar beban mekanik dan lingkungan korosif secara bersamaan, seperti pada berbagai komponen kapal dan instalasi maritim lainnya.



Gambar 2.5 Korosi Tegangan

6. Korosi Celah (*crevice corrosion*)

Korosi celah adalah korosi terlokalisasi yang intensif pada area sempit seperti celah sambungan atau di bawah deposit dan *fouling* organisme laut pada lambung kapal. Geometri celah menciptakan perbedaan konsentrasi kimia yang memicu sel korosi elektrokimia (DelRio et al., 2023). Pada kapal, *fouling* membentuk celah dengan sirkulasi air terbatas, mengakibatkan akumulasi ion korosif dan kekurangan oksigen, menciptakan lingkungan anodik yang sangat korosif dibandingkan permukaan terbuka. Korosi celah di bawah *fouling* dapat merusak integritas struktural kapal jika tidak dicegah.



Gambar 2.6 Korosi Celah

7. Korosi Kavitasi (*cavitation corrosion*)

Fenomena korosi kavitasi terjadi dalam sistem hidrolis seperti turbin, di mana percepatan aliran air menyebabkan penurunan tekanan (Tôn-Thât & Lacasse, 2019). Ketika tekanan fluida turun hingga mencapai atau di bawah tekanan uap jenuh air pada suhu tertentu, terbentuklah gelembung-gelembung uap air.

Selain itu, udara terlarut dalam air juga dapat keluar dari larutan dan berkontribusi pada pembentukan gelembung. Ketika aliran air melambat atau menghadapi perubahan tekanan yang tiba-tiba, gelembung-gelembung uap ini akan pecah secara implosif di dekat atau pada permukaan logam. Implosi gelembung uap ini menghasilkan gelombang kejut mikro dengan tekanan yang sangat tinggi, yang secara mekanis merusak dan menghilangkan lapisan pelindung pada permukaan logam.

Setelah permukaan logam terpapar dan mengalami kerusakan mekanis akibat kavitasi, material yang rentan akan bereaksi dengan air atau komponen lain dalam fluida, memicu terjadinya korosi elektrokimia. Proses kavitasi yang berulang-ulang akan terus menerus merusak lapisan pelindung dan mempercepat laju korosi pada area yang terkena. Oleh karena itu, korosi kavitasi merupakan kombinasi sinergis antara kerusakan mekanis akibat pembentukan dan pecahnya gelembung uap (kavitasi) dan reaksi kimia atau elektrokimia antara logam yang terpapar dengan lingkungan fluida (korosi) (He et al., 2023). Kedua mekanisme ini saling memperkuat dan menghasilkan tingkat kerusakan material yang signifikan pada komponen-komponen yang beroperasi dalam kondisi aliran fluida berkecepatan tinggi dan perubahan tekanan yang dinamis.



Gambar 2.7 Korosi Kavitasi

8. Korosi Lelah (*fatigue corrosion*)

Korosi kelelahan (*fatigue corrosion*) adalah mekanisme kerusakan material yang diakibatkan oleh kombinasi antara tegangan siklik yang berulang-ulang dan lingkungan yang korosif (Ryan & Mehmanparast, 2023). Beban siklik menyebabkan terjadinya akumulasi kerusakan mikroskopis di dalam struktur logam, yang seiring waktu dapat menyebabkan inisiasi dan propagasi retakan kelelahan. Keberadaan lingkungan korosif secara signifikan mempercepat proses ini dengan menyerang permukaan logam yang rentan, terutama pada ujung retakan yang sedang tumbuh. Interaksi antara tegangan mekanik siklik dan aksi korosif lingkungan memperlemah material secara progresif, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kegagalan fraktur pada tegangan yang jauh lebih rendah daripada batas kelelahan material dalam kondisi udara. Fenomena korosi kelelahan umum terjadi pada komponen-komponen yang mengalami beban dinamis dan terpapar lingkungan korosif, seperti turbin uap dan *windlass* (jangkar) kapal.



Gambar 2.8 Korosi Lelah

C. Sebab terjadinya korosi

Faktor eksternal memainkan peran penting dalam mempercepat proses korosi pada material, khususnya besi. Salah satu faktor utama adalah keberadaan air (H_2O) dan oksigen (O_2), yang menjadi dasar

terjadinya reaksi elektrokimia (Saugi, 2021). Kelembaban udara yang tinggi menyediakan medium yang mendukung terjadinya korosi, sementara oksigen terlarut dalam air bertindak sebagai agen pengoksidasi yang menerima elektron dari besi, mempercepat pembentukan karat.

Selain itu, tingkat keasaman lingkungan atau pH juga sangat berpengaruh; suasana asam dengan pH di bawah 7 mempercepat korosi (Ratna Yasi et al., 2023) karena meningkatkan laju reaksi reduksi oksigen melalui ketersediaan ion hidrogen (H^+), yang mempercepat pelarutan besi di anoda. Elektrolit seperti garam dapur (NaCl) turut mempercepat korosi dengan meningkatkan konduktivitas listrik larutan, memperlancar aliran elektron dari anoda ke katoda.

Suhu lingkungan juga berperan, karena suhu yang lebih tinggi meningkatkan energi kinetik partikel, mempercepat reaksi kimia dan pembentukan produk korosi (Mahyoedin, 2016). Terakhir, kontak galvanik antara besi dan logam lain yang lebih mulia memicu korosi galvanik, di mana besi kehilangan elektron lebih cepat karena bertindak sebagai anoda, mempercepat degradasi material akibat perbedaan potensial listrik antar logam yang bersentuhan.

D. Penanganan dan Pencegahan Korosi

Untuk melindungi besi pada kapal dari serangan korosi akibat paparan air laut, terdapat tiga metode utama yang umum digunakan, yaitu perlindungan aktif (proteksi katodik), perlindungan pasif (melalui pelapisan atau *coating*), serta perlindungan melalui pembersihan mekanis seperti *sandblasting*.

1. Perlindungan Aktif Proteksi Katodik (Cathodic Protection)

Proteksi katodik (Ihza Mahendra & Dwistiono, 2022) adalah metode yang digunakan untuk mencegah korosi dengan cara menjadikan permukaan logam sebagai katoda dalam sel elektrokimia. Tujuannya adalah menghentikan proses oksidasi pada logam yang dilindungi. Teknik ini sangat efektif dalam

menjaga struktur logam seperti kapal, pipa, dan tangki yang berada di lingkungan sangat korosif seperti air laut. Terdapat dua jenis sistem proteksi katodik:

a. *Sacrificial Anode Cathodic Protection (SACP)*

Dalam sistem ini, digunakan anoda yang “dikorbankan”, yaitu logam yang lebih mudah teroksidasi dibanding logam yang ingin dilindungi. Anoda ini secara sengaja dibuat lebih reaktif, sehingga akan teroksidasi terlebih dahulu dan melindungi logam utama dari kerusakan. Pemilihan material anoda sangat bergantung pada lokasi dan lingkungan penggunaannya, karena tingkat oksidasi di setiap kondisi bisa berbeda.

b. *Impressed Current Cathodic Protection (ICCP)*

ICCP digunakan untuk struktur logam yang lebih besar. Sistem ini menggunakan sumber arus listrik eksternal (arus searah/DC) yang mengalir melalui anoda khusus untuk menghambat reaksi korosi pada logam utama. Keunggulan *ICCP* terletak pada kemampuan mengatur arus proteksi secara lebih presisi sesuai kebutuhan struktur logam yang luas atau kompleks.

2. Perlindungan Pasif: *Coating* (Pengecatan)

Perlindungan pasif dilakukan dengan melapisi permukaan kapal menggunakan cat khusus anti-korosi (Rochmat et al., 2017). Tujuannya adalah menciptakan penghalang antara logam dan lingkungan air laut yang sangat korosif. Proses pengecatan dilakukan dalam tiga tahap:

- a. *Primer coat*: Lapisan pertama yang mengandung pigmen seng (zinc pigment) untuk mencegah korosi langsung pada logam.
- b. *Intermediate coat*: Berfungsi menambah ketebalan lapisan pelindung dan memperkuat *primer coat*.

- c. *Finish coat (anti-fouling)*: Melindungi bagian bawah kapal dari pertumbuhan organisme laut seperti lumut atau teritip.

Keberhasilan pelapisan bergantung pada kebersihan permukaan logam sebelum pengecatan. Permukaan harus bebas dari karat, garam, minyak, dan kotoran lainnya. Kegagalan umum pada sistem pelapisan biasanya terjadi akibat kelalaian saat persiapan, ketebalan lapisan yang tidak sesuai, atau ketidakcocokan antar lapisan cat.

3. Perlindungan Mekanis: *Sandblasting*

Sandblasting adalah metode pembersihan permukaan logam dengan menyemprotkan pasir silika bertekanan tinggi (Kurniawan & Periyanto, 2019). Tujuannya adalah untuk menghilangkan karat, cat lama, minyak, dan kotoran lain dari permukaan besi. Selain membersihkan, sandblasting juga menciptakan kekasaran mikroskopis yang meningkatkan daya rekat cat pelindung. Keuntungan utama *sandblasting* antara lain:

- a. Membersihkan kontaminan secara efektif.
- b. Mengupas cat lama yang telah rusak.
- c. Menyediakan permukaan ideal bagi pelapisan cat agar tahan lama.

Ketiga metode ini saling melengkapi dan, jika diterapkan secara tepat, mampu memperpanjang umur pakai struktur kapal serta mencegah kerusakan akibat korosi secara signifikan.

E. Korosi yang terjadi pada kapal

1. Korosi pada Lambung kapal

Korosi pada kapal, terutama pada pelat lambung, adalah masalah degradasi material yang umum dan dapat membahayakan kinerja serta keselamatan kapal (Ngatmin et al., 2019). Bagian lambung yang terpapar langsung ke air laut, baik yang terendam maupun yang terkena percikan dan kelembaban, sangat rentan terhadap korosi. Proses korosi ini dapat mengurangi ketebalan dan

kekuatan pelat lambung, mengancam integritas struktural kapal. Selain itu, korosi yang membuat permukaan lambung kasar dapat meningkatkan hambatan hidrodinamik, yang mengurangi kecepatan kapal dan meningkatkan konsumsi bahan bakar. Oleh karena itu, pengendalian dan pencegahan korosi pada lambung kapal sangat penting untuk menjaga keamanan, efisiensi, dan umur kapal optimal.



Gambar 2.9 Korosi pada Lambung Kapal

2. Korosi pada *Rudder*

Bagian *rudder* kapal juga bagian yang rentan terkena korosi, karena bagian ini bersentuhan langsung dengan air laut. Korosi pada *rudder* ini menyebabkan kemudi pada kapal bekerja dengan tidak optimal, menyebabkan pengikisan *rudder*, dan pemendekan umur pemakaian *rudder* (Maulana et al., 2022).



Gambar 2.10 Korosi pada *Rudder*

3. Korosi pada *Propeller*

Pada Korosi pada *propeller* kapal, terutama yang disebabkan oleh korosi kavitasi, terjadi akibat kecepatan tinggi aliran air laut yang menciptakan tekanan ekstrem pada permukaan *propeller* (KAROKARO, 2021). Proses ini menghasilkan gelembung

uap (kavitasi) yang pecah, menciptakan gelombang kejut mikro yang merusak lapisan pelindung logam *propeller* dan mempercepat korosi elektrokimia. Dampaknya sangat merugikan, termasuk penurunan efisiensi daya dorong, pengurangan kecepatan kapal, dan gangguan pada kemampuan berolah gerak. Oleh karena itu, pencegahan dan penanggulangan korosi kavitasi sangat penting untuk menjaga kinerja dan keamanan kapal.



Gambar 2.11 Korosi pada propeller

4. Korosi pada pipa kapal

Bagian perpipaan dalam kapal juga tidak luput dari serangan korosi, pipa dalam kapal juga bersentuhan langsung dengan air yang berpengaruh besar terhadap terjadinya korosi, bentuk pipa juga mempengaruhi terjadinya korosi (Santosa et al., 2022). Korosi yang terjadi pada perpipaan biasanya berjenis korosi erosi.

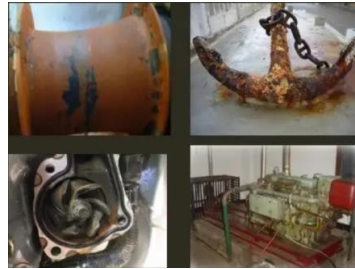


Gambar Korosi 2.11 pada Pipa Kapal

5. Korosi pada mesin bantu kapal

Korosi juga sering terjadi pada mesin bantu kapal baik yang terjadi seperti pada jangkar (MARDAWIAH, 2022), *windlass* kapal, *cargo winch*, *hatch cover* dll. Maupun yang terdapat pada kamar

mesin, seperti *pump*, *generator* dan lain sebagainya.



Gambar 2.13 Korosi pada Mesin Bantu Kapal

6. Korosi pada *Hatch Cover*

Tutup palka memegang peranan krusial sebagai garda terdepan yang menjaga ruang kargo tetap aman dari infiltrasi air laut yang korosif dan terjangkit cuaca ekstrem yang tak terduga. Sayangnya, lingkungan operasional kapal yang keras dan penuh tantangan justru menempatkan tutup palka pada risiko tinggi mengalami korosi. Kontak berkepanjangan dengan air laut yang mengandung garam, perubahan suhu harian yang ekstrem, serta tekanan dan gesekan yang tak terhindarkan selama proses bongkar muat barang menjadi faktor-faktor utama yang memicu timbulnya karat.

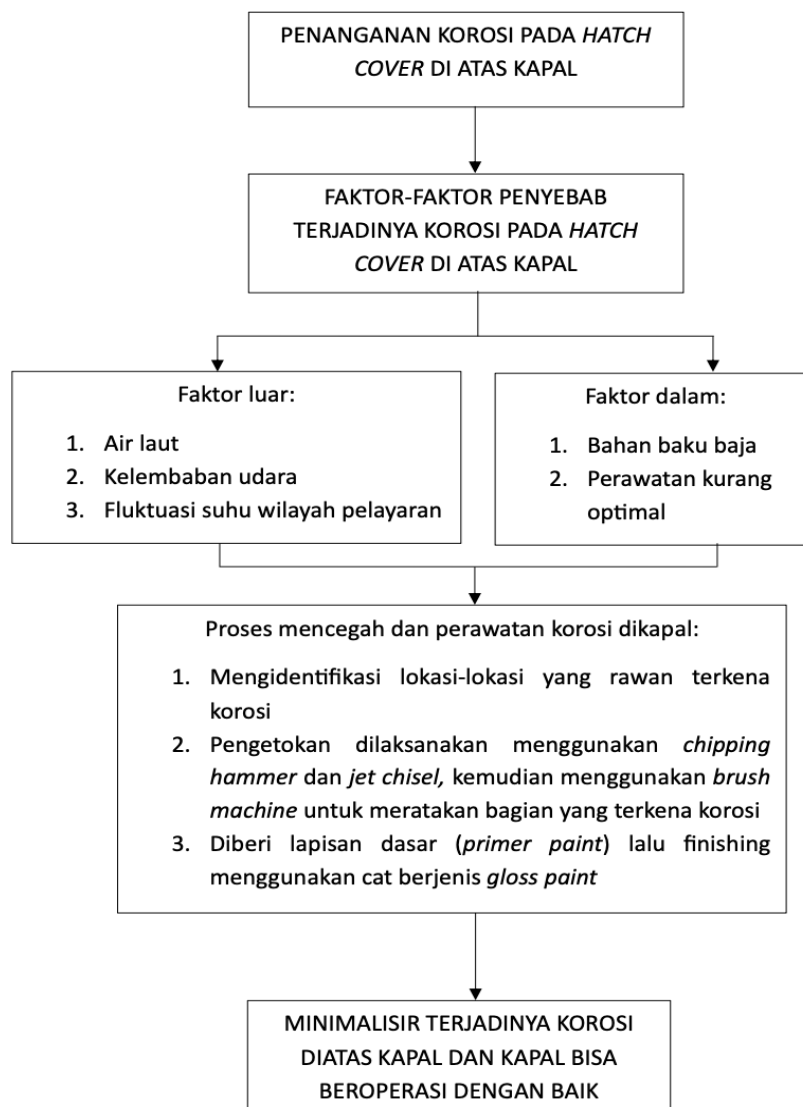
Berbagai jenis korosi dapat menyerang komponen vital ini, termasuk korosi seragam yang secara perlahan menggerogoti seluruh permukaan material, korosi galvanik yang muncul akibat adanya kontak antara dua jenis logam yang berbeda dalam lingkungan elektrolit air laut, dan korosi celah yang seringkali tersembunyi di area sambungan antar komponen atau di balik segel karet yang berfungsi sebagai penutup kedap air. Keberadaan korosi pada tutup palka, sekecil apapun, dapat mengkompromikan kemampuan perlindungannya, berpotensi menyebabkan kerusakan kargo, dan bahkan mempengaruhi keselamatan operasional kapal secara keseluruhan.



Lampiran 2.14 Gambar Korosi pada *Hatch Cover*

F. Kerangka Pikir

Untuk menjawab pertanyaan inti dalam rumusan masalah mengenai metode penanganan korosi yang efektif di kapal dan mengeksplorasi berbagai opsi solusinya, penelitian ini akan menyajikan analisis mendalam berdasarkan temuan kualitatif deskriptif. Dengan pendekatan ini, penulis bertujuan untuk menyusun kerangka pikir yang jelas dan terstruktur sebagai panduan dalam memahami dan mengatasi tantangan korosi di lingkungan maritim, sebagai berikut :



Gambar 2.15 Kerangka Pikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian dan Waktu Penelitian

1. Jenis Penelitian

Dalam melaksanakan praktik laut di atas kapal, penelitian ini mengadopsi pendekatan deskriptif kualitatif. Jenis penelitian ini dipilih dengan tujuan utama untuk menggali dan menguraikan fenomena korosi secara komprehensif dan mendalam sesuai dengan konteksnya. Selain observasi langsung dan pengalaman praktis di lapangan sebagai sumber data utama, penelitian ini juga didukung oleh kajian literatur dari berbagai buku referensi yang relevan dengan isu korosi pada kapal. Kombinasi antara data lapangan dan tinjauan pustaka ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang holistik dan kaya mengenai permasalahan yang diangkat dalam karya tulis ilmiah ini. Penelitian deskriptif kualitatif memungkinkan pengumpulan data secara langsung melalui pengamatan dan interaksi di lingkungan kapal, yang menjadi fondasi bagi analisis yang mendalam.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan bertepatan dengan tugas praktik laut (PRALA) penulis di kapal MV. Francisca, berlangsung selama kurang lebih satu tahun, terhitung mulai dari tanggal 4 September 2023 hingga 5 September 2024. Periode waktu ini ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar sebagai bagian integral dari kurikulum pendidikan yang harus dipenuhi oleh setiap taruna/taruni untuk menyelesaikan studi mereka.

B. Definisi Operasional Variabel

Dalam rangka memberikan kejelasan metodologis dan mempermudah proses analisis, penelitian ini akan menjabarkan definisi operasional dari variabel-variabel kunci yang terkait dengan judul

skripsi, yaitu "Analisis Penanganan Korosi pada *Hatch Cover* di Atas MV. Francisca". Definisi operasional ini berfungsi untuk menjelaskan secara spesifik bagaimana setiap variabel akan diukur, diamati, dan dioperasikan dalam konteks penelitian ini, sehingga menghindari ambiguitas dan memastikan pemahaman yang seragam terhadap konsep-konsep yang diteliti. Dengan adanya definisi operasional yang jelas, diharapkan proses pengumpulan dan analisis data akan menjadi lebih terarah dan valid. Berikut ini adalah definisi operasional untuk beberapa variabel yang relevan.

1. Penanganan Korosi

Tingkat efektivitas tindakan yang diimplementasikan untuk mencegah atau mengurangi korosi di atas kapal. Misalnya, dapat diukur dengan skala dari 1-5 berdasarkan jumlah tindakan pencegahan yang dilakukan oleh awak kapal.

2. Pengaruh Lingkungan

Tingkat korosi pada struktur kapal sangat dipengaruhi oleh beragam faktor lingkungan di sekitarnya. Beberapa di antaranya meliputi tingkat kelembaban udara yang tinggi, fluktuasi suhu yang ekstrem, dan tingkat keasaman (pH) air laut yang dapat bervariasi. Untuk mengukur variabel-variabel lingkungan ini secara akurat, penelitian ini akan memanfaatkan instrumen khusus seperti alat pengukur kelembaban (higrometer) untuk memantau kandungan uap air di udara, termometer untuk mencatat perubahan suhu permukaan dan lingkungan, serta alat pengukur pH untuk menentukan tingkat keasaman air laut di sekitar kapal. Data kuantitatif yang diperoleh dari pengukuran ini akan menjadi dasar penting dalam menganalisis korelasi antara kondisi lingkungan dan tingkat korosi yang terjadi pada berbagai bagian kapal.

3. Teknik Penanganan Korosi

Metode atau teknik yang digunakan dalam penanganan korosi di atas kapal, seperti pelapisan permukaan, penggunaan bahan anti-korosi, atau penerapan sistem proteksi katodik. Misalnya, dapat diukur berdasarkan penilaian keberhasilan penerapan teknik penanganan korosi oleh ahli atau berdasarkan jumlah penggunaan teknik tersebut dalam periode waktu tertentu.

C. Unit Analisis

1. Kapal Laut

Unit analisis dapat berfokus pada kapal laut sebagai objek yang memerlukan penanganan korosi. Setiap kapal dapat di analisis secara terpisah untuk mengidentifikasi masalah korosi yang terjadi dan tingkat keberhasilan tindakan yang diambil.

2. Bagian kapal

Fokus analisis dalam penelitian ini juga akan menyasar unit-unit spesifik pada kapal yang dikenal rentan terhadap serangan korosi. Bagian-bagian krusial seperti lambung kapal yang terus-menerus terpapar air laut, berbagai struktur baja yang menjadi tulang punggung kapal, hingga sistem perpipaan yang mengalirkan fluida penting, akan menjadi objek pengamatan mendalam. Analisis yang dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi secara komprehensif tingkat kerusakan akibat korosi yang terjadi, mengenali jenis-jenis korosi yang dominan menyerang setiap unit, serta mengevaluasi efektivitas dari metode penanganan korosi yang telah diterapkan pada bagian-bagian tersebut. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai area-area kritis yang memerlukan perhatian lebih dalam upaya pencegahan dan pengendalian korosi di atas kapal.

3. Perusahaan Pelayaran

Unit analisis dapat memfokuskan pada perusahaan pelayaran yang memiliki armada kapal. Analisis dapat dilakukan untuk memahami strategi penanganan korosi yang ditetapkan secara keseluruhan oleh perusahaan, kebijakan perawatan dan perbaikan.

D. Metode Pengumpulan Data dan Media Penelitian

Sebagai landasan utama dalam menyusun skripsi yang komprehensif dan kredibel, penulis menyadari betul betapa esensialnya keberadaan data dan informasi yang tidak hanya objektif tetapi juga dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya. Keyakinan akan pentingnya akurasi dan reliabilitas data inilah yang mendasari setiap langkah dalam penelitian ini, dengan harapan dapat menyajikan gambaran yang terang dan menyeluruh terkait isu yang diangkat. Untuk merumuskan materi permasalahan secara mendalam dan menghasilkan karya tulis ilmiah yang berkualitas, penulis mengintegrasikan berbagai sumber dukungan data dan analisis yang diperoleh melalui penerapan serangkaian teknik pengumpulan data dan informasi yang sistematis, yang akan diuraikan sebagai berikut:

1. Pengamatan

Teknik observasi langsung dapat dilakukan untuk mengamati kondisi fisik kapal, tingkat korosi, penggunaan teknik penanganan korosi dan faktor lingkungan. Observasi dapat dilakukan dengan menggunakan *checklist* atau lembar observasi yang telah disiapkan sebelumnya.

2. Wawancara

Untuk memperoleh pemahaman yang mendalam tentang penanganan korosi di kapal, penulis melakukan wawancara terstruktur dengan perwira dan ABK dek yang terlibat langsung dalam perawatan kapal. Wawancara ini bertujuan menggali

prosedur rutin, tantangan, dan efektivitas metode penanganan korosi, serta menjadi sumber data primer penting dalam penelitian. Penelitian ini menggunakan wawancara terstruktur dengan perwira dan ABK dek, menggunakan pernyataan berbasis skala Likert empat poin. Pendekatan ini dipilih untuk memastikan konsistensi, kemudahan analisis, dan memungkinkan pengolahan data secara sistematis dan kuantitatif terkait praktik penanganan korosi di kapal. Pernyataan penulis adalah sebagai berikut:

1. Hatch cover kapal kerap mengalami korosi akibat paparan langsung air laut dan kondisi cuaca ekstrem.
2. Area hatch cover merupakan salah satu bagian kapal yang paling rentan terkena korosi dibandingkan area lainnya.
3. Korosi yang terjadi pada hatch cover dapat menyebabkan kebocoran, sehingga muatan berisiko terkena air hujan, lumpur, atau kontaminan lainnya.
4. Penggunaan cat primer anti-korosi terbukti sangat efektif dalam memperlambat proses korosi, khususnya pada hatch cover di MV. Francisca.
5. Melakukan inspeksi rutin di area-area rawan korosi dapat membantu menurunkan risiko kerusakan struktur kapal.
6. Penanganan korosi yang dilakukan dengan pembagian tugas secara terstruktur terbukti cukup efektif dalam melindungi kapal.
7. Salah satu tantangan utama dalam mengatasi korosi adalah kesulitan mengakses area tersembunyi seperti bagian dalam tangki.
8. Cuaca ekstrem selama pelayaran menjadi faktor utama yang mempercepat laju korosi pada struktur kapal.
9. Pelatihan bagi kru kapal terkait pencegahan dan penanganan korosi sangat penting untuk memastikan kondisi kapal tetap prima.

10. Deteksi dini terhadap tanda-tanda korosi oleh kru dapat membantu mengurangi biaya perawatan dalam jangka panjang.
11. Penggunaan alat chipping hammer dinilai lebih efektif dibandingkan dengan jet chisel dalam penanganan korosi di kapal.
12. Kerja sama antar kru dalam mendeteksi dan mengatasi korosi sangat berpengaruh dalam menjaga keharmonisan suasana kerja di atas kapal.
13. Chipping hammer sering dianggap sebagai metode paling efektif dalam menangani korosi pada struktur kapal.
14. Ketersediaan alat dan bahan yang memadai menjadi salah satu faktor penting dalam memperlambat pertumbuhan korosi.
15. Selama proses penanganan korosi di kapal, saya juga belajar pentingnya manajemen waktu agar pekerjaan berjalan efisien.

E. Teknik Analisis Data

Penelitian ini menganalisis data yang diperoleh dari wawancara terstruktur dengan empat narasumber kunci: *Chief Officer*, *Bosun*, serta AB 1 dan AB 2, yang memiliki peran langsung dalam pemeliharaan kapal. Selain wawancara, analisis juga diperkaya dengan dokumen pendukung dan hasil pengamatan langsung di lapangan, guna memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai penanganan korosi, khususnya pada bagian tutup palka kapal.

Tahap awal dalam analisis adalah reduksi data, yakni proses penyaringan informasi untuk memilih data yang paling relevan dengan isu korosi. Informasi yang tidak berkaitan disisihkan, sementara data penting dirangkum secara cermat. Proses ini membantu memusatkan perhatian pada aspek-aspek utama dari permasalahan korosi, sehingga analisis dapat dilakukan secara lebih fokus dan mendalam.