

ANALISIS KEBOCORAN MINYAK HYDROLIK STEERING GEAR DI CB. EXPRESS 56



Disusun sebagai salah satu syarat penyelesaian
Program Pendidikan Dan Pelatihan Pelaut (DP)
Tingkat I

IRMAL

NIS: 25.03.102.010

AHLI TEKNIK TINGKAT I

**PROGRAM DIKLAT PELAUT TINGKAT I
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASAR
TAHUN 2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : IRMAL

Nomor Induk Siswa : 25.03.102.010

Program Pelatihan : AHLI TEKNIK TINGKAT I

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

ANALISIS KEBOCORAN MINYAK HYDROLIK STEERING GEAR DI CB. EXPRESS 56

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Makassar

Makassar, 11 Juni 2025



IRMAL
NIS 25.03.102.010

**PERSETUJUAN SEMINAR
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul **ANALISIS KEBOCORAN MINYAK HYDROLIK
STEERING GEAR DI CB. EXPRESS 56**

Nama Pasis : IRMAL

Nomor Induk Siswa : 25.03.102.010

Program Diklat : AHLI TEKNIK TINGKAT I

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Makassar, Selasa 10 Juni 2025

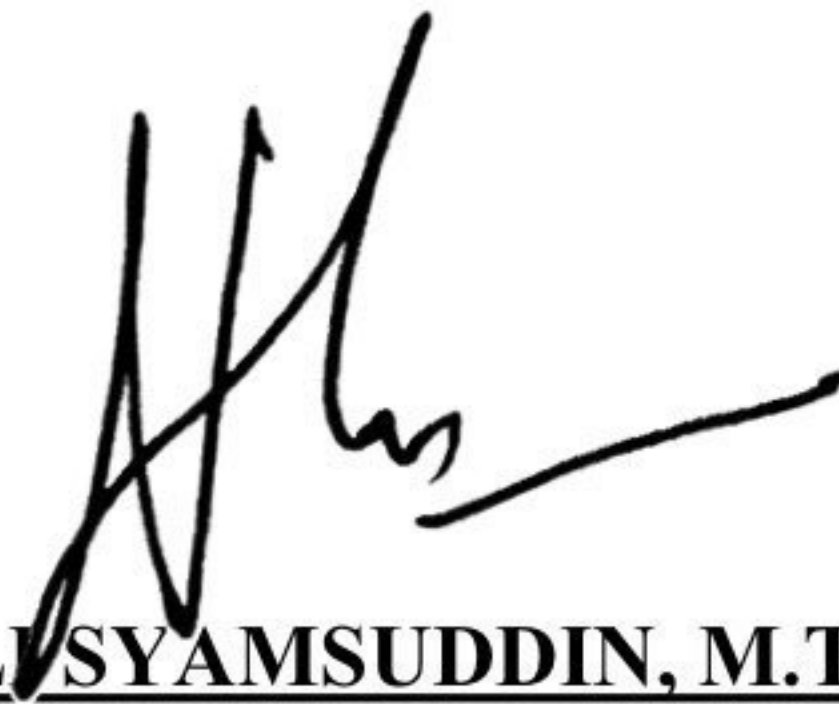
Persetujuan,

Pembimbing I



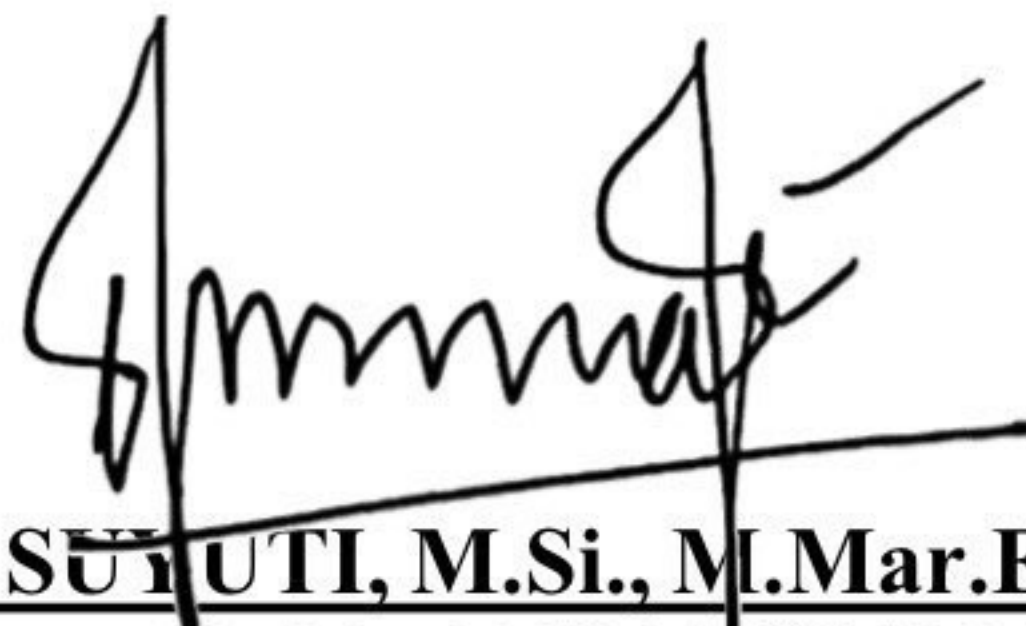
TONY SANTIKO.M.Mar.E.
NIP : 197601072009121001

Pembimbing II



ZULKIFLI SYAMSUDDIN, M.T., M.Mar.E.
NIP : 198403232019021002

Mengetahui:
Manager Diklat



Ir. SUTUTI, M.Si., M.Mar.E
NIP. 196805082002121002

**ANALISIS KEBOCORAN MINYAK HYDROLIK STEERING GEAR DI CB.
EXPRESS 56**

Disusun dan Diajukan Oleh:

IRMAL
NIS. 25.03.102.010
AHLI TEKNIK TINGKAT I

Telah dipresentasikan di depan Panitia seminar Ujian KIT

Pada Tanggal, 11 Juni 2025

Menyetujui,

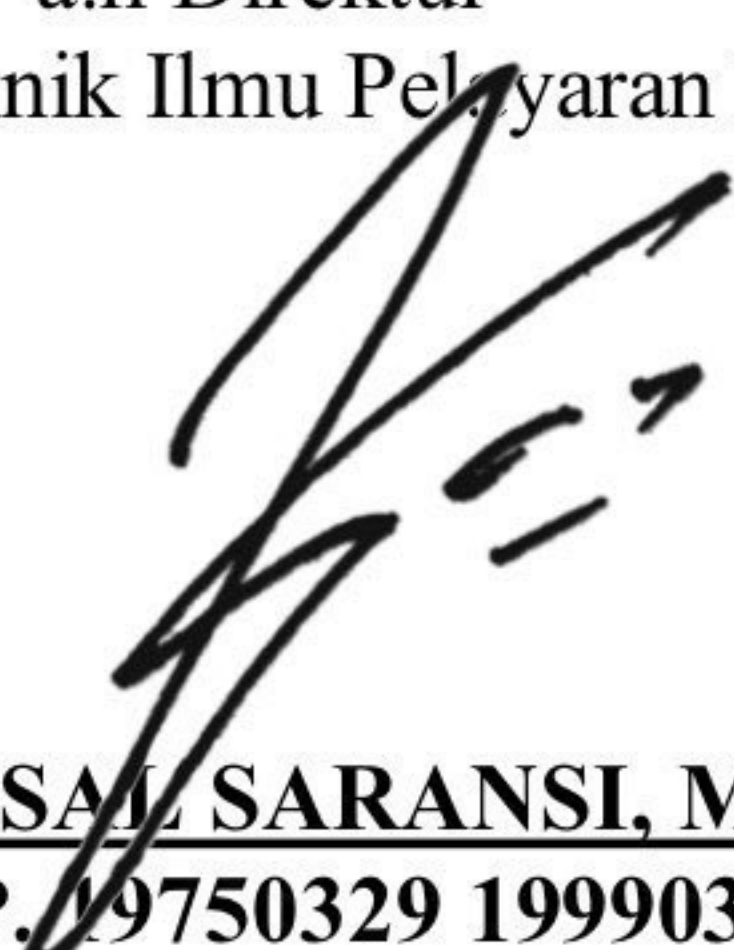
Pembimbing I

Pembimbing II


TONY SANTIKO.M.Mar.E.
NIP : 197601072009121001


ZULKIFLI SYAMSUDDIN, M.T., M.Mar.E.
NIP : 198403232019021002

Mengetahui:
a.n Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar


Capt. FAISAL SARANSI, M.T., M.Mar.
NIP. 19750329 1999031002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan bagi Perwira Siswa Jurusan AHLI TEKNIK TINGKAT I (ATT I) dalam menyelesaikan studinya pada program ATT 1 di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Tak lupa pada penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Capt. Rudy Susanto, M.Pd. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E. selaku Manager Diklat Teknis Peningkatan dan Penjenjangan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
3. Tony Santiko.M.Mar.E .selaku pembimbing I penulisan KIT Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
4. Zulkifli Syamsuddin, M.T., M.Mar.E. selaku pembimbing II penulisan KIT Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
5. Seluruh Staf Pengajar Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar atas bimbingan yang diberikan kepada penulis selama mengikuti Program Diklat AHLI TEKNIK TINGKAT I di PIP Makassar.
6. Rekan-rekan Pasis Angkatan XLIV Tahun 2025
7. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak, Ibu, yang telah memberikan doa, dorongan, serta bantuan moril dan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini.

Dalam penulisan KIT ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan-kekurangan dipandang dari segala sisi. Tentunya dalam hal ini tidak lepas dari kemungkinan adanya kalimat-kalimat atau kata-kata yang kurang berkenan dan perlu untuk diperhatikan. Namun walaupun demikian, dengan segala kerendahan hati penulis memohon kritik dan saran-saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan makalah ini. Harapan penulis semoga karya tulis ilmiah terapan ini dapat dijadikan bahan masukan serta dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Makassar, 11 Juni 2025



IRMAL
NIS/25.03.102.010

ABSTRAK

IRMAL, 2025 ANALISIS KEBOCORAN MINYAK HYDROLIK STEERING GEAR DI
CB. EXPRESS 56 DI BIMBING TONY SANTIKO DAN ZULKIFLI SYAMSUDDIN

Sistem *Steering Gear* merupakan salah satu sistem kendali utama di kapal yang berfungsi mengatur arah haluan kapal melalui pergerakan kemudi. Kinerja optimal sistem ini sangat bergantung pada keberlangsungan sistem hidrolik sebagai penggerak utama. Namun, dalam operasional kapal Crew Boat Express 56, ditemukan adanya permasalahan serius berupa kebocoran minyak hidrolik yang berdampak langsung terhadap penurunan performa sistem kemudi, keterlambatan respon perintah arah, hingga potensi terjadinya kondisi darurat di laut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara menyeluruh penyebab kebocoran, titik lokasi yang rawan mengalami kebocoran, serta dampak teknis dan operasional dari permasalahan tersebut terhadap sistem *Steering Gear* secara keseluruhan.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif deskriptif melalui pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari observasi langsung di lapangan, pemeriksaan komponen sistem hidrolik, serta wawancara dengan perwira teknika dan teknisi kapal. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari manual perawatan, data kerusakan terdahulu, dan catatan logbook pemeliharaan mesin.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebocoran minyak hidrolik paling sering terjadi pada area *seal cylinder*, sambungan pipa fleksibel, dan konektor sistem tekanan tinggi. Faktor utama penyebab kebocoran adalah keausan komponen karena usia pakai, getaran mesin induk yang merambat ke sistem kemudi, serta kurangnya penerapan perawatan preventif secara berkala. Dampak dari kebocoran ini tidak hanya menurunkan keandalan sistem kemudi, tetapi juga meningkatkan potensi risiko kecelakaan kapal, terutama saat manuver di pelabuhan atau perairan sempit. Sebagai solusi, direkomendasikan penerapan inspeksi berkala dengan bantuan alat deteksi kebocoran (*leak detector*), penggantian komponen yang telah aus dengan komponen bersertifikasi sesuai standar IMO dan SOLAS, serta penyusunan ulang jadwal perawatan preventif berbasis kondisi (*condition-based maintenance*). Dengan perbaikan menyeluruh dan tindakan mitigasi yang tepat, sistem *Steering Gear* kapal dapat kembali beroperasi secara optimal dan mendukung keselamatan pelayaran.

Kata kunci: Steering Gear, Kebocoran Minyak Hidrolik, Crew Boat, Sistem Hidrolik, Perawatan Preventif, Keselamatan Pelayaran

ABSTRACT

IRMAL, 2025 ANALYSIS OF HYDRAULIC OIL LEAKAGE IN CB. EXPRESS 56
GUIDED BY TONY SANTIKO AND ZULKIFLI SYAMSUDDIN

The *Steering Gear* system is one of the main control systems on a ship that functions to regulate the direction of the ship's bow through rudder movement. The optimal performance of this system is highly dependent on the sustainability of the hydraulic system as the main driver. However, in the operation of the Crew Boat Express 56 ship, serious problems were found in the form of hydraulic oil leaks that had a direct impact on the decline in steering system performance, delayed response to direction commands, and the potential for emergency conditions at sea. This study aims to comprehensively analyze the causes of leaks, locations that are prone to leaks, and the technical and operational impacts of these problems on the *Steering Gear* system as a whole.

The research method used is a descriptive qualitative method through the collection of primary and secondary data. Primary data was obtained from direct observation in the field, inspection of hydraulic system components, and interviews with ship engineering officers and technicians. Meanwhile, secondary data was obtained from *maintenance* manuals, previous damage data, and engine *maintenance* logbook records.

The results of the study showed that hydraulic oil leaks most often occurred in the area of the cylinder *seal*, flexible pipe connections, and high-pressure system connectors. The main factors causing the leaks were component wear due to age, vibration of the main engine that spread to the steering system, and the lack of regular preventive *maintenance*. The impact of this leak not only reduces the reliability of the steering system, but also increases the potential risk of ship accidents, especially when maneuvering in ports or narrow waters. As a solution, it is recommended to implement regular inspections with the help of a leak detector, replace worn components with certified components according to IMO and SOLAS standards, and rearrange the condition-based preventive *maintenance* schedule. With thorough repairs and appropriate mitigation measures, the ship's *Steering Gear* system can return to operating optimally and support shipping safety.

Keywords: Steering Gear, Hydraulic Oil Leaks, Crew Boat, Hydraulic System, Preventive *Maintenance*, Shipping Safety

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MENGATAKAN PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian	6
F. Hipotesis.....	8

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Faktor Manusia	9
B. Faktor Organisasi diatas Kapal	10
C. Faktor Pekerjaan dan Lingkungan Kerja	11
D. Faktor Kapal.....	15
E. Faktor Manajemen	18
F. Faktor Luar Kapal	20
G. Faktor Lingkungan	22

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Lokasi Kejadian	24
B. Situasi dan Kondisi	29
C. Temuan	31
D. Urutan Kejadian.....	32

BAB IV PENUTUP

A. Simpulan	39
B. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN	45
RIWAYAT HIDUP.....	53

DAFTAR TABEL / CHECLKIST

<i>Steering Gear</i> C.B Express 56	41
Gambar Kapal	41
Permit For Repairing.....	42
Ship Particular	43.
Crew List C.B Express 56.....	44

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Dalam dunia pelayaran modern, keselamatan dan kelancaran operasi kapal sangat bergantung pada keandalan sistem kemudi atau steering gear. *Steering Gear* merupakan sistem vital yang digunakan untuk mengubah arah haluan kapal melalui gerakan rudder, sesuai dengan perintah dari jembatan navigasi. Sistem ini bekerja dengan bantuan tenaga hidrolik, di mana minyak hidrolik bertekanan tinggi digunakan sebagai media utama untuk menggerakkan silinder aktuator yang mengubah sudut kemudi. Oleh karena itu, keutuhan sistem hidrolik, termasuk keberlangsungan volume dan tekanan minyak, menjadi syarat mutlak bagi fungsionalitas steering gear. Sistem *Steering Gear* yang baik harus mampu merespons secara cepat dan akurat terhadap perubahan arah yang diperintahkan oleh nahkoda atau operator jaga di anjungan. Dalam konteks pelayaran komersial, khususnya kapal niaga seperti CB. EXPRESS 56, sistem kemudi harus beroperasi tanpa gangguan, terutama saat kapal berada di jalur pelayaran internasional yang padat dan memerlukan navigasi presisi tinggi. Bila terjadi gangguan pada sistem kemudi, maka risiko keselamatan terhadap kapal, muatan, awak, dan lingkungan sekitar menjadi sangat tinggi. Salah satu gangguan yang sering terjadi namun kerap diabaikan adalah kebocoran minyak hidrolik pada steering gear, yang dapat mengakibatkan kegagalan manuver.

Kondisi inilah yang terjadi pada kapal CB. EXPRESS 56 saat melaksanakan pelayaran dari Qatar menuju Uni Emirat Arab. Dalam perjalanan tersebut, terdeteksi adanya kebocoran minyak hidrolik pada sistem steering gear. Kebocoran ini menyebabkan penurunan tekanan hidrolik secara signifikan sehingga sistem aktuator tidak dapat menggerakkan rudder dengan baik. Akibatnya, kapal mengalami keterlambatan respon manuver, yang berpotensi menimbulkan insiden tabrakan atau kandas, terutama mengingat kapal sedang berlayar di jalur sibuk antara dua negara kawasan Teluk. Masalah teknis yang terjadi di laut lepas seperti ini menjadi perhatian serius

karena memperlihatkan lemahnya deteksi dini dan tindakan preventif terhadap sistem kritis kapal. Kebocoran tersebut juga membawa dampak ekonomis, karena kapal harus melakukan penundaan pelayaran, perbaikan sistem, serta penggantian minyak hidrolik yang hilang, semuanya berdampak pada efisiensi operasional kapal.

Masalah kebocoran minyak hidrolik ini sebenarnya merupakan salah satu permasalahan klasik pada sistem steering gear. Berdasarkan sejumlah studi teknis, penyebab umum dari kebocoran meliputi keausan pada *seal* atau gasket, retak pada sambungan pipa tekanan tinggi, longgarnya koneksi sambungan, kualitas minyak yang menurun akibat kontaminasi air atau partikel logam, serta overpressure akibat pengaturan valve yang tidak tepat. Namun, sering kali akar masalah tidak teridentifikasi dengan baik di atas kapal karena keterbatasan peralatan diagnostik, kurangnya pelatihan teknis kru, serta pendekatan perawatan yang lebih bersifat korektif (*corrective maintenance*) daripada preventif atau prediktif.

Di sisi lain, faktor manajemen pemeliharaan dan regulasi internal perusahaan pelayaran turut memengaruhi frekuensi dan respons terhadap insiden kebocoran ini. Tidak jarang ditemukan bahwa jadwal perawatan *Steering Gear* tidak dijalankan dengan disiplin, atau inspeksi visual dilakukan tanpa didukung oleh pencatatan tekanan, suhu kerja, dan histori pemakaian komponen. Hal ini memperlihatkan adanya kesenjangan (*gap*) antara praktik pemeliharaan di lapangan dengan idealitas standar internasional perawatan sistem kemudi kapal yang dianjurkan oleh IMO (International Maritime Organization) dan badan klasifikasi internasional seperti DNV, ABS, atau BKI.

Lebih jauh lagi, persoalan ini menunjukkan bahwa ada kebutuhan mendesak untuk melakukan kajian teknis yang sistematis terhadap insiden kebocoran minyak hidrolik pada steering gear. Dengan analisis yang komprehensif, akar permasalahan dapat diidentifikasi dan solusi teknis serta manajerial dapat dirumuskan, baik untuk diterapkan di kapal serupa maupun sebagai pedoman bagi industri pelayaran secara umum. Kajian ini juga penting dalam rangka meningkatkan budaya keselamatan (*safety culture*) dan efektivitas sistem pemeliharaan kapal yang profesional.

Dengan mempertimbangkan aspek teknis, operasional, lingkungan, dan manajerial yang berkaitan erat dengan peristiwa kebocoran minyak hidrolik pada *Steering Gear* tersebut, maka diperlukan sebuah penelitian yang mampu mengulas fenomena ini secara detail. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk mengangkat topik ini dalam sebuah penelitian yang berjudul:

“Analisis Kebocoran Minyak Hidrolik *Steering Gear* di CB. EXPRESS 56.

B. Rumusan Masalah

Sistem *Steering Gear* pada kapal merupakan salah satu sistem kritikal yang berfungsi sebagai pengendali arah kapal melalui pergerakan rudder. Peran vital ini menjadikan sistem kemudi harus senantiasa berada dalam kondisi prima dan bebas dari gangguan teknis. Namun, dalam kenyataannya, sistem *Steering Gear* tidak terlepas dari risiko kerusakan, salah satunya adalah kebocoran minyak hidrolik. Masalah ini bukan hanya berdampak pada terganggunya sistem kemudi, tetapi juga mengancam keselamatan pelayaran serta menimbulkan dampak ekologis dan ekonomi yang cukup besar.

Sebagaimana terjadi pada kapal CB. EXPRESS 56, saat melakukan pelayaran dari Qatar menuju Uni Emirat Arab, ditemukan adanya kebocoran minyak hidrolik pada sistem steering gear. Insiden ini menyebabkan penurunan tekanan hidrolik secara drastis dan menurunkan performa sistem kemudi. Hal ini memunculkan pertanyaan penting mengenai penyebab utama kebocoran, efektivitas sistem pemeliharaan yang dilakukan, serta langkah teknis apa yang dapat diambil untuk mencegah terulangnya kejadian serupa di masa depan.

Dengan melihat permasalahan yang terjadi di atas kapal tersebut, serta mempertimbangkan pentingnya sistem *Steering Gear* dalam mendukung keselamatan pelayaran, maka perlu dilakukan kajian teknis yang komprehensif terhadap peristiwa kebocoran minyak hidrolik yang terjadi. Kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab kebocoran, mengevaluasi sistem pemeliharaan dan monitoring yang telah

diterapkan, serta merumuskan rekomendasi perbaikan berdasarkan temuan di lapangan dan literatur teknis yang relevan.

Berdasarkan latar belakang dan konteks operasional kapal, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- Faktor apakah yang menyebabkan terjadinya kebocoran pada seal cylinder system steering gear kapal CB EXPRESS 56.?

C. Batasan Masalah

Sistem kemudi merupakan salah satu bagian vital dalam keselamatan pelayaran kapal. Keandalan sistem steering gear, terutama yang bekerja dengan mekanisme hidrolik, sangat menentukan kemampuan kapal dalam bermanuver secara presisi, terutama saat melakukan operasi di perairan terbatas, memasuki pelabuhan, atau menghadapi kondisi cuaca ekstrem. Dalam sistem hidrolik ini, keberadaan dan tekanan fluida kerja (yakni minyak hidrolik) menjadi elemen kunci yang harus selalu terjaga dalam kondisi optimal. Apabila terjadi kebocoran pada sistem ini, maka tekanan kerja akan turun, respons kemudi menjadi lambat, bahkan bisa berujung pada kegagalan fungsi kemudi secara total.

Kasus nyata yang terjadi pada kapal CB. EXPRESS 56, yakni terjadinya kebocoran minyak hidrolik pada sistem *Steering Gear* saat pelayaran dari Qatar menuju Uni Emirat Arab, merupakan contoh konkret dari bagaimana kegagalan teknis dalam satu sistem saja dapat berdampak besar terhadap keseluruhan keselamatan dan efisiensi pelayaran. Permasalahan ini tidak hanya menimbulkan gangguan operasional, tetapi juga berisiko terhadap pencemaran laut akibat tumpahan minyak, serta dapat memunculkan konsekuensi hukum jika tidak tertangani sesuai regulasi maritim internasional.

Dalam konteks operasional kapal niaga, berbagai faktor bisa menyebabkan kebocoran sistem hidrolik, antara lain kualitas material dan sambungan pipa yang

menurun, keausan pada *seal* atau O-ring, tekanan kerja yang tidak stabil, serta ketidakteraturan dalam program perawatan preventif. Untuk memahami secara menyeluruh penyebab dan dampaknya, serta mencari solusi yang aplikatif terhadap kasus seperti ini, maka penelitian perlu difokuskan secara sistematis agar tidak melebar ke aspek yang kurang relevan.

Oleh karena itu, agar kajian dapat dilaksanakan secara terarah dan mendalam, penelitian ini dibatasi pada dua ruang lingkup utama, yaitu:

- Penelitian difokuskan mesin kemudi di kapal khususnya menganalisis penyebab kebocoran, perpipaan dan sambungan, serta dampaknya terhadap performa sistem kemudi kapal. Komponen kelistrikan, sistem kontrol elektronik, maupun gangguan eksternal seperti benturan atau kerusakan akibat kondisi cuaca tidak menjadi bagian dari kajian ini.
- Penelitian dibatasi pada studi kasus kapal CB. EXPRESS 56, dengan konteks kejadian saat pelayaran dari Qatar menuju Uni Emirat Arab, serta hanya menggunakan data lapangan dan dokumentasi teknis yang berkaitan dengan peristiwa tersebut. Hasil penelitian tidak dimaksudkan untuk digeneralisasi ke semua jenis kapal, tetapi ditujukan untuk menghasilkan temuan teknis yang dapat diterapkan pada kondisi serupa.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan kebocoran minyak hidrolik pada sistem *Steering Gear* kapal CB. EXPRESS 56 yang terjadi selama pelayaran dari Qatar menuju Uni Emirat Arab, serta batasan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

- Mengidentifikasi penyebab utama kebocoran minyak hidrolik pada sistem *Steering Gear* kapal CB. EXPRESS 56 dengan menelaah kondisi teknis komponen seperti pipa, sambungan, *seal*, tangki, dan aktuator hidrolik.
- Menganalisis dampak kebocoran minyak hidrolik terhadap kinerja dan performa sistem *Steering Gear* dalam hal penurunan tekanan kerja hidrolik, respons kemudi, dan keselamatan pelayaran kapal.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baik secara teoritis maupun praktis bagi berbagai pihak yang berkepentingan dalam bidang permesinan kapal dan sistem transportasi laut, khususnya terkait sistem *Steering Gear* hidrolik.

- Manfaat Teoritis
 - a. Memberikan tambahan pengetahuan dan pemahaman yang lebih mendalam tentang mekanisme kebocoran minyak hidrolik pada sistem *Steering Gear* kapal, serta dampaknya terhadap performa dan keselamatan pelayaran.
 - b. Mengembangkan kerangka analisis teknis terkait perawatan dan pengelolaan sistem hidrolik pada kapal niaga, yang dapat dijadikan referensi dalam penelitian dan pengembangan ilmu teknik permesinan kapal di bidang hidrolika dan sistem kemudi.
 - c. Menjadi bahan kajian akademik yang dapat memperkaya literatur di bidang teknik kapal dan manajemen pemeliharaan kapal
- Manfaat Praktis
 - a. Manfaat bagi Pembaca
 - 1) Membantu pembaca, terutama mahasiswa, peneliti, dan praktisi di bidang teknik perkapalan, untuk memahami permasalahan nyata terkait kebocoran minyak hidrolik dan solusi teknis yang dapat diterapkan.
 - 2) Memberikan wawasan praktis tentang pentingnya pengelolaan dan perawatan sistem *Steering Gear* agar dapat berfungsi optimal dan aman.
 - b. Manfaat bagi Institusi Pendidikan
 - 1) Menjadi bahan ajar dan referensi dalam mata kuliah terkait teknik kapal, perawatan mesin kapal, dan manajemen pemeliharaan.
 - 2) Mendorong peningkatan kualitas penelitian di bidang permesinan kapal dan

sistem transportasi laut yang relevan dengan kebutuhan industri pelayaran.

c. Manfaat bagi Penulis

- 1) Memperdalam kemampuan analisis teknis dan riset ilmiah dalam konteks permesinan kapal, khususnya sistem hidrolik steering gear.
- 2) Memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan keilmuan serta meningkatkan kredibilitas akademik sebagai peneliti di bidang teknik perkapalan.

d. Manfaat bagi Perusahaan Pelayaran

- 1) Menjadi acuan untuk memperbaiki prosedur perawatan dan inspeksi sistem *Steering Gear* guna mencegah kebocoran minyak hidrolik yang dapat mengganggu operasional kapal.
- 2) Membantu perusahaan dalam meningkatkan keandalan kapal dan mengurangi risiko kegagalan sistem kemudi yang berpotensi menimbulkan kerugian material dan keselamatan.
- 3) Mendukung upaya perusahaan dalam memenuhi standar keselamatan dan regulasi lingkungan maritim internasional, serta mengurangi risiko pencemaran laut akibat tumpahan minyak.

F. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diidentifikasi maka dugaan sementara dalam penelitian ini adalah bahwa kebocoran pada seal cylinder sistem Steering Gear kapal CB. EXPRESS 56 merupakan penyebab utama terjadinya kebocoran minyak hidrolik. Kebocoran ini dapat disebabkan oleh keausan material seal akibat penggunaan yang berkepanjangan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam sistem permesinan kapal, *Steering Gear* merupakan salah satu komponen kritikal yang bertanggung jawab langsung terhadap manuverabilitas kapal di laut. Sistem ini pada umumnya menggunakan mekanisme hidrolik, yang sangat bergantung pada kinerja minyak hidrolik sebagai media transmisi tenaga. Apabila terjadi kebocoran minyak hidrolik, maka tekanan dalam sistem akan menurun dan mengakibatkan gangguan pada kemampuan sistem dalam menggerakkan kemudi secara efektif (Putra & Nugroho, 2021).

Kebocoran ini dapat dipicu oleh beberapa faktor, seperti keausan komponen, kerusakan *seal*, sambungan pipa yang longgar, serta tekanan berlebih akibat sistem yang tidak terawat (Rahardjo & Siregar, 2023). Selain mengganggu kinerja, kebocoran juga dapat memicu potensi pencemaran lingkungan dan menurunkan tingkat keselamatan pelayaran, terutama ketika kapal sedang beroperasi dalam kondisi laut yang dinamis (Yuliana & Baharudin, 2024). Penanganan terhadap kebocoran sistem hidrolik memerlukan pendekatan pemeliharaan preventif, yang meliputi inspeksi berkala, pencatatan performa sistem, dan penggunaan alat pemantau digital guna mendeteksi tekanan dan kebocoran secara dini (Gunawan & Fadillah, 2021; Santoso et al., 2023). Disamping itu, dalam kerangka hukum dan keselamatan, IMO dan otoritas nasional seperti Direktorat Jenderal Perhubungan Laut telah mengatur bahwa setiap kapal wajib memiliki sistem kemudi cadangan untuk mengantisipasi kondisi darurat akibat kegagalan sistem utama (Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, 2020).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sekitar 60% gangguan *Steering Gear* disebabkan oleh kebocoran minor yang tidak segera terdeteksi karena lemahnya sistem inspeksi dan dokumentasi perawatan (Zahra & Wijaya, 2025). Hal ini sejalan dengan temuan Hendrawan et al. (2022) yang menyatakan bahwa kualitas minyak hidrolik serta integritas sistem pipa dan komponen sangat menentukan keandalan sistem *Steering Gear* secara keseluruhan.

A. Faktor Manusia

Dalam sistem operasional kapal, keandalan peralatan teknis tidak dapat dilepaskan dari faktor manusia sebagai pengelola dan pengendali utama. Meskipun kerusakan pada sistem seperti kebocoran minyak hidrolik pada *Steering Gear* tampak sebagai persoalan teknis, namun dalam banyak kasus, akar penyebabnya seringkali melibatkan unsur kelalaian atau keterbatasan dari aspek sumber daya manusia. Salah satu penyebab utama kebocoran sistem hidrolik pada *Steering Gear* adalah kegagalan dalam pelaksanaan prosedur pemeliharaan rutin, yang umumnya menjadi tanggung jawab perwira jaga mesin maupun crew teknis kapal. Ketika inspeksi harian tidak dilakukan secara menyeluruh atau dokumentasi pemeliharaan tidak diperbaharui dengan disiplin, potensi kebocoran akibat ausnya *seal*, getasnya selang hidrolik, ataupun turunnya kualitas minyak menjadi luput dari deteksi dini.

Lebih jauh lagi, faktor kompetensi teknis personel menjadi penentu penting dalam menganalisis dan menangani gangguan hidrolik. Kurangnya pelatihan teknis yang berkelanjutan serta keterbatasan pemahaman terhadap sistem *Steering Gear* berbasis hidrolik membuat sebagian awak kapal hanya mampu menangani permasalahan secara reaktif, bukan preventif. Selain itu, adanya tekanan kerja yang tinggi, seperti jam kerja berlebih, kelelahan fisik dan mental selama pelayaran panjang antarnegara, serta kurangnya rotasi tugas dapat menurunkan tingkat konsentrasi dan ketelitian dalam pengawasan sistem kritis. Hal ini semakin meningkatkan kemungkinan terjadinya human error baik dalam bentuk pengoperasian, pengisian oli yang salah spesifikasi, maupun dalam pengambilan keputusan ketika tanda-tanda awal kebocoran muncul.

Faktor komunikasi juga tidak dapat diabaikan. Di beberapa kapal, praktik pelaporan kondisi mesin atau anomali teknis kerap kali tidak dilakukan secara terbuka antara teknisi dan pimpinan mesin. Informasi penting yang seharusnya menjadi dasar pengambilan keputusan sering tertahan karena budaya kerja yang tidak mendukung transparansi atau tidak adanya sistem pelaporan terstruktur. Dalam konteks CB. EXPRESS 56 yang melakukan pelayaran internasional dari Qatar menuju Emirat Arab,

tantangan komunikasi bahkan lebih kompleks karena melibatkan kru dari berbagai latar belakang kebangsaan, bahasa, dan budaya kerja yang berbeda. Hal ini tentu berdampak pada efektivitas koordinasi dalam menangani masalah-masalah teknis yang bersifat darurat.

Secara keseluruhan, aspek manusia atau *human factor* memainkan peran sentral dalam pengendalian sistem steering gear. Sehebat apapun teknologi yang diterapkan, tanpa ditopang oleh kesadaran, kompetensi, kedisiplinan, dan budaya kerja yang tinggi dari awak kapal, maka potensi gangguan teknis seperti kebocoran minyak hidrolik tetap menjadi ancaman nyata. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya fokus pada aspek teknis kebocoran, tetapi juga menyoroti dimensi faktor manusia sebagai elemen integral dalam sistem permesinan kapal. Dalam konteks tersebut, Analisis Kebocoran Minyak Hidrolik *Steering Gear* di CB. EXPRESS 56 menjadi upaya penting dalam mengungkap relasi antara kompetensi teknis awak kapal dan keandalan sistem kemudi berbasis hidrolik dalam pelayaran internasional.

B. Organisasi Di Kapal

Dalam dunia pelayaran, keberhasilan operasional kapal tidak hanya ditentukan oleh kondisi teknis permesinan semata, tetapi juga oleh efektivitas sistem organisasi yang mengelola dan mendukung operasi tersebut. Faktor organisasi berperan sentral dalam menjamin keandalan sistem di atas kapal, termasuk sistem *Steering Gear* berbasis hidrolik. Insiden kebocoran minyak hidrolik pada steering gear, seperti yang terjadi pada kapal CB. EXPRESS 56 dalam perjalanan dari Qatar ke Uni Emirat Arab, menjadi cerminan nyata dari kelemahan organisasi dalam aspek manajerial, pengawasan, serta perawatan teknis.

Salah satu dimensi utama dari faktor organisasi adalah sistem manajemen pemeliharaan kapal. Kegagalan dalam mengimplementasikan sistem pemeliharaan terjadwal dan prosedur inspeksi berkala dapat menyebabkan kerusakan sistem yang signifikan, termasuk kebocoran minyak hidrolik. Menurut Nugroho (2021), lemahnya implementasi *planned maintenance system* (PMS) menjadi salah satu penyebab utama

kerusakan teknis pada sistem hidrolik di atas kapal. Ketika organisasi tidak memiliki perencanaan dan dokumentasi pemeliharaan yang baik, maka risiko kegagalan sistem semakin tinggi, terlebih dalam kondisi pelayaran jarak jauh.

Selain itu, kualitas pengelolaan dokumen teknis dan komunikasi internal dalam organisasi pelayaran turut menentukan keberhasilan operasional peralatan. Seperti dijelaskan oleh Rachman et al. (2022), ketidaksinkronan antara manajemen darat dan tim teknis di kapal sering kali memicu kesalahan penanganan sistem, terutama pada aspek pelaporan kerusakan dan pengadaan suku cadang. Dalam kasus CB. EXPRESS 56, jika organisasi tidak memiliki sistem informasi teknis yang terintegrasi, maka proses identifikasi dan penanganan kebocoran minyak hidrolik akan berjalan lambat dan tidak efisien.

Aspek penting lainnya dari faktor organisasi adalah kompetensi teknis dan pelatihan awak kapal. Tanpa pelatihan yang memadai, awak kapal akan kesulitan menangani kebocoran secara cepat dan tepat. Sebagaimana dikemukakan oleh Suryanto dan Widodo (2023), banyak perusahaan pelayaran di kawasan Asia yang masih kurang dalam memberikan pelatihan teknis mendalam mengenai sistem hidrolik, padahal kompleksitas sistem tersebut meningkat seiring kemajuan teknologi kapal. Kekurangan ini bisa diperparah oleh tingginya rotasi awak kapal, lemahnya dokumentasi serah terima tugas, dan kurangnya refresher training.

Lebih lanjut, budaya organisasi turut menjadi faktor penentu. Budaya keselamatan yang tidak ditegakkan secara konsisten akan menimbulkan kelalaian dalam penanganan permasalahan teknis. Menurut studi oleh Hasanah (2020), banyak organisasi pelayaran belum sepenuhnya menerapkan budaya pelaporan terbuka (open reporting culture) terhadap kerusakan peralatan kapal, sehingga permasalahan seperti kebocoran sistem hidrolik sering kali tidak dilaporkan secara sistematis. Hal ini berbanding terbalik dengan standar IMO dalam ISM Code yang mengharuskan adanya pelaporan insiden teknis dan audit internal berkala.

Selanjutnya, struktur tanggung jawab dan pengawasan dalam organisasi juga krusial. Dalam organisasi yang sehat, tanggung jawab atas pemeliharaan dan inspeksi

dibagi secara jelas antara pihak manajemen, chief engineer, dan tim teknis. Namun berdasarkan hasil observasi oleh Wahyudi (2024), banyak kasus di mana tidak terdapat garis komando dan pelaporan yang efektif dalam organisasi kapal, sehingga masalah teknis tidak tertangani tepat waktu. Kelemahan ini dapat menyebabkan kerusakan semakin parah dan membahayakan keselamatan pelayaran.

Tak kalah penting, dukungan organisasi dalam pengadaan suku cadang dan pelumas berkualitas menjadi indikator manajemen operasional yang baik. Dalam laporan penelitian oleh Aditya dan Prasetyo (2025), ditemukan bahwa organisasi pelayaran sering kali menunda pengadaan minyak hidrolik yang sesuai spesifikasi karena alasan efisiensi biaya. Praktik semacam ini justru berpotensi menimbulkan kebocoran dan kegagalan sistem *Steering Gear* yang fatal.

Berdasarkan uraian di atas, jelas bahwa faktor organisasi memiliki kontribusi besar dalam mendukung atau justru melemahkan sistem *Steering Gear* kapal. Kebocoran minyak hidrolik yang terjadi pada kapal CB. EXPRESS 56 tidak dapat dipisahkan dari aspek manajerial, budaya keselamatan, sistem pelatihan, pengawasan, serta kebijakan organisasi secara menyeluruh. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, faktor organisasi akan ditelusuri sebagai salah satu determinan penting yang mempengaruhi munculnya kebocoran, guna memberikan gambaran komprehensif mengenai sebab dan solusi dari permasalahan teknis tersebut.

C. Faktor Pekerjaan dan Lingkungan Kerja

Dalam pengoperasian kapal niaga modern, keberhasilan menjaga keandalan sistem teknis seperti *Steering Gear* sangat dipengaruhi oleh dua aspek penting yang sering kali terabaikan dalam analisis teknis—yaitu faktor pekerjaan dan lingkungan kerja. Kedua faktor ini memiliki korelasi kuat terhadap efektivitas operasional peralatan kapal serta keselamatan pelayaran secara umum.

Faktor pekerjaan mencakup beban kerja, jam kerja, tanggung jawab teknis, dan tingkat stres kerja yang dialami oleh awak kapal, khususnya teknisi dan perwira mesin. Di atas kapal seperti CB. EXPRESS 56, para awak bekerja dalam sistem waktu bergilir

(shift) yang padat, menghadapi tanggung jawab tinggi tanpa henti, dan kerap berada dalam kondisi tekanan operasional. Ketika beban kerja tidak proporsional dengan kapasitas SDM atau sumber daya penunjang, maka kemungkinan terjadinya kelalaian dalam pemeriksaan sistem hidrolik menjadi besar. Seperti yang dikemukakan oleh Lestari & Hartono (2021), beban kerja tinggi yang tidak diimbangi dengan sistem kerja yang adil dan istirahat yang memadai akan menurunkan tingkat kewaspadaan dan akurasi kerja awak kapal, termasuk dalam menginspeksi kebocoran kecil yang bisa berujung pada kegagalan sistem.

Di sisi lain, lingkungan kerja di ruang mesin kapal juga turut memberikan kontribusi besar terhadap munculnya masalah teknis. Ruang mesin memiliki suhu tinggi, kebisingan ekstrem, dan sirkulasi udara terbatas. Lingkungan seperti ini sangat berpotensi menurunkan ketelitian kerja awak kapal saat melakukan inspeksi dan pemeliharaan terhadap sistem steering gear. Seperti disebutkan dalam studi oleh Rahman et al. (2022), temperatur dan kelembapan yang tinggi dapat mempercepat degradasi material selang hidrolik serta memperbesar kemungkinan kebocoran jika tidak dikontrol secara berkala.

Selain itu, kondisi pencahayaan dan aksesibilitas area kerja di sekitar unit *Steering Gear* sangat menentukan keberhasilan proses pengecekan dan perbaikan. Pada beberapa kapal, posisi pompa hidrolik dan sistem katup kontrol sering kali berada di tempat yang sulit dijangkau, sehingga menyulitkan proses monitoring. Jika ditambah dengan pencahayaan minim, maka deteksi dini terhadap kebocoran akan semakin terhambat. Menurut Jannah dan Sukardi (2023), desain ruang mesin dan ergonomic accessibility menjadi salah satu tantangan utama dalam sistem pemeliharaan kapal, karena berpengaruh langsung pada efektivitas kerja teknisi di ruang terbatas.

Kondisi iklim pelayaran juga turut memperburuk lingkungan kerja, khususnya saat kapal berlayar di wilayah dengan suhu tinggi seperti perjalanan dari Qatar ke Uni Emirat Arab. Suhu lingkungan luar yang ekstrem dapat memengaruhi performa komponen sistem hidrolik, memperbesar risiko pemuatan dan tekanan berlebih pada fluida hidrolik. Hal ini diperkuat oleh temuan dalam studi oleh Kusuma & Hakim (2024) yang menyatakan bahwa suhu sekitar yang tinggi mempercepat penguapan oli dan

meningkatkan tekanan internal sistem, yang dapat memicu keretakan pada selang atau sambungan sistem.

Di luar aspek teknis, dukungan psikososial dan komunikasi antar awak juga berperan penting. Awak yang merasa kelelahan, kurang dihargai, atau mengalami tekanan sosial internal, cenderung kurang responsif dalam menghadapi potensi gangguan teknis. Seperti dijelaskan oleh Santosa dan Wulandari (2020), iklim kerja yang buruk, termasuk hubungan interpersonal yang tidak harmonis dan kurangnya kepemimpinan teknis yang kuat, dapat menurunkan semangat kerja dan kecepatan respon terhadap masalah teknis mendesak.

Terakhir, sistem pelaporan kerusakan (reporting mechanism) dalam lingkungan kerja juga menjadi aspek krusial. Apabila awak merasa takut dikenai sanksi karena melaporkan adanya kerusakan kecil atau kesalahan kerja, maka informasi penting mengenai gejala awal kebocoran sistem hidrolik bisa saja tidak pernah sampai ke perwira senior atau pihak manajemen kapal. Ini sejalan dengan pernyataan Prasetya et al. (2025), yang menyebutkan bahwa lingkungan kerja dengan budaya komunikasi tertutup meningkatkan kemungkinan kegagalan sistem yang sebenarnya dapat dicegah sejak awal.

Dari berbagai paparan di atas, dapat disimpulkan bahwa kebocoran minyak hidrolik pada sistem *Steering Gear* di kapal CB. EXPRESS 56 tidak semata-mata disebabkan oleh kerusakan teknis komponen, tetapi juga dipengaruhi secara signifikan oleh beban kerja awak, kondisi ruang kerja, iklim kerja di kapal, serta sistem dukungan sosial dan komunikasi dalam tim kerja. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, faktor pekerjaan dan lingkungan kerja akan diidentifikasi dan dianalisis sebagai bagian dari upaya menyeluruh dalam merumuskan solusi teknis dan manajerial terhadap permasalahan kebocoran minyak hidrolik yang terjadi.

D. Faktor kapal

Dalam sistem transportasi laut modern, keberfungsian kapal tidak hanya ditentukan oleh operasional manusia dan prosedur manajerial semata, tetapi juga oleh karakteristik teknis dan kondisi kapal itu sendiri. Faktor kapal mencakup usia kapal,

desain sistem, kondisi teknis komponen, dan kesesuaian peralatan terhadap jalur pelayaran dan lingkungan operasional. Dalam konteks penelitian ini, CB. EXPRESS 56 mengalami kebocoran minyak hidrolik pada sistem *Steering Gear* saat berlayar dari Qatar menuju Uni Emirat Arab. Permasalahan ini tidak bisa dilepaskan dari sejumlah faktor terkait kondisi dan spesifikasi kapal.

Pertama, usia kapal memiliki dampak langsung terhadap degradasi komponen sistem, terutama pada sistem hidrolik yang sensitif terhadap tekanan fluida, suhu lingkungan, dan kualitas oli. Seiring berjalannya waktu, material seperti *seal*, hose, dan konektor mengalami penurunan kualitas karena terpapar tekanan dan temperatur tinggi secara terus-menerus. Studi oleh Hasan dan Arifin (2022) menyatakan bahwa kapal dengan usia lebih dari 15 tahun memiliki risiko dua kali lipat terhadap kebocoran sistem fluida dibanding kapal yang lebih baru, terutama jika tidak dilakukan pemeliharaan secara preventif dan prediktif.

Kedua, desain dan tata letak sistem *Steering Gear* juga dapat menjadi penyebab teknis yang signifikan. Pada beberapa kapal, posisi komponen utama sistem *Steering Gear* seperti power unit, filter, dan accumulator sering kali tidak mudah diakses. Hal ini menghambat proses inspeksi visual serta mempersulit identifikasi kebocoran kecil. Seperti dikemukakan oleh Nuryanto dan Pradana (2023), aksesibilitas sistem sangat mempengaruhi frekuensi pemeriksaan teknis serta efektivitas pemeliharaan rutin. Jika komponen vital ditempatkan di area sempit atau tidak memiliki jalur servis yang memadai, maka awak kapal akan mengalami kesulitan dalam deteksi dini kerusakan.

Ketiga, kapasitas sistem hidrolik dan tekanan kerja yang dirancang untuk kondisi tertentu, bisa mengalami tekanan berlebih jika kapal dioperasikan di luar batas rancangan atau dalam kondisi lingkungan ekstrem. Jalur pelayaran dari Qatar ke Emirat Arab tergolong sebagai wilayah tropis dengan suhu tinggi, yang dapat mempercepat peningkatan suhu oli hidrolik serta meningkatkan tekanan internal. Menurut penelitian oleh Dewantara et al. (2024), sistem hidrolik yang bekerja dalam suhu di atas 45°C memiliki kecenderungan peningkatan tekanan fluida hingga 20%, yang dapat menyebabkan kebocoran jika tidak disertai sistem pendinginan yang efisien.

Keempat, sistem perawatan dan dokumentasi teknis kapal turut memengaruhi keandalan sistem. Apabila catatan perawatan tidak terdokumentasi dengan baik, atau terjadi pengabaian terhadap jadwal perawatan sistem steering gear, maka kebocoran akan menjadi risiko yang sangat mungkin terjadi. Dalam banyak kasus, kebocoran yang terjadi merupakan akumulasi dari kerusakan minor yang tidak tertangani sejak dini. Wibowo dan Susanto (2021) mencatat bahwa 60% kasus kerusakan sistem hidrolik pada kapal niaga disebabkan oleh kelalaian dalam pemantauan kualitas oli dan penggantian filter secara berkala.

Kelima, standar teknis dan kesesuaian alat cadang (spare parts) juga menjadi bagian dari faktor kapal. Banyak kapal yang dalam operasionalnya menggunakan suku cadang tidak asli (non-OEM), atau part bekas sebagai bagian dari efisiensi biaya. Namun, pendekatan ini justru meningkatkan risiko kerusakan sistem secara signifikan. Kusnadi dan Maulana (2020) menyebutkan bahwa penggunaan suku cadang non-standar menyebabkan peningkatan potensi kebocoran hidrolik sebesar 30% akibat ketidaksesuaian material dan spesifikasi teknis.

Keenam, sistem pemantauan tekanan dan temperatur hidrolik pada kapal juga harus menjadi perhatian. Beberapa kapal, terutama kapal berusia tua, tidak memiliki sistem sensor otomatis atau alarm yang terintegrasi. Padahal, deteksi tekanan abnormal secara real-time dapat mencegah kegagalan sistem lebih awal. Sistem monitoring yang tidak andal membuat kru hanya mengetahui adanya masalah saat sistem telah mengalami kebocoran yang besar. Menurut penelitian dari Chandra et al. (2025), 72% kebocoran pada sistem *Steering Gear* bisa dihindari jika terdapat sistem pemantauan tekanan dan suhu otomatis.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa faktor kapal memiliki peran penting dalam menentukan kondisi sistem hidrolik steering gear, dan kebocoran yang terjadi pada CB. EXPRESS 56 bukan hanya akibat dari kesalahan operasional manusia, tetapi merupakan hasil dari akumulasi berbagai aspek teknis kapal seperti usia kapal, desain sistem, tekanan kerja, kualitas perawatan, dan kecanggihan sistem monitoring. Seluruh faktor ini akan menjadi bagian dari perhatian dalam penelitian ini untuk mengevaluasi

secara menyeluruh penyebab dan solusi dari kebocoran sistem hidrolik pada *Steering Gear* kapal.

E. Faktor Manajemen Perusahaan

Manajemen perusahaan pelayaran memegang peranan sentral dalam menjamin kelangsungan operasi armada secara aman, efisien, dan sesuai dengan ketentuan keselamatan pelayaran internasional. Dalam sistem permesinan kapal, terutama komponen vital seperti steering gear, keberhasilan manajemen dalam merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi sistem pemeliharaan sangat menentukan kinerja kapal dalam pelayaran. Kegagalan dalam sistem manajemen inilah yang sering kali menjadi akar penyebab permasalahan teknis, seperti yang terjadi pada CB. EXPRESS 56, ketika mengalami kebocoran minyak hidrolik saat dalam pelayaran dari Qatar menuju Uni Emirat Arab.

Manajemen teknis dalam perusahaan pelayaran seharusnya memiliki sistem pengendalian pemeliharaan (*maintenance control*) yang terintegrasi dan terdokumentasi secara baik. Menurut Susanti dan Handoko (2021), sistem manajemen pemeliharaan pada armada kapal niaga modern idealnya menggunakan metode berbasis kondisi (*Condition-Based Maintenance/CBM*) atau waktu (*Time-Based Maintenance/TBM*), yang dijalankan secara disiplin dan terjadwal. Namun, pada banyak kasus di perusahaan pelayaran menengah, pendekatan pemeliharaan masih bersifat korektif (*Corrective Maintenance*), yakni hanya memperbaiki jika terjadi kerusakan, dan bukan mencegah sebelum kerusakan terjadi.

Fakta menunjukkan bahwa beberapa perusahaan pelayaran masih mengabaikan investasi pada sistem monitoring dan pelatihan teknis kru kapal, serta kurang memperhatikan penyediaan suku cadang yang sesuai standar (OEM). Hal ini dapat memicu kegagalan sistem secara berulang, seperti kebocoran minyak hidrolik pada sistem kemudi. Menurut Wicaksono & Darmawan (2023), perusahaan pelayaran yang memiliki prosedur standar operasi (SOP) dan manajemen risiko teknis yang lemah cenderung mengalami downtime kapal lebih tinggi hingga 35% dibandingkan

perusahaan dengan sistem manajemen teknis yang matang.

Manajemen perusahaan juga bertanggung jawab dalam mengembangkan budaya keselamatan (*safety culture*) yang kuat di seluruh lini organisasi, termasuk kru kapal. Budaya ini mencakup pelaporan dini terhadap indikasi kebocoran, kepatuhan terhadap inspeksi rutin, dan keterbukaan terhadap evaluasi teknis berkala. Berdasarkan temuan dari Yuliana dan Tirtayasa (2024), manajemen yang aktif melibatkan kru dalam audit teknis dan pelatihan teknis berkala mampu mengurangi insiden teknis hingga 40% per tahun. Ini menunjukkan bahwa peran manajemen bukan hanya administratif, tetapi juga transformatif terhadap sikap dan kesadaran teknis personel kapal.

Aspek lain dari manajemen yang sangat berpengaruh adalah kebijakan pengadaan dan pengendalian suku cadang. Ketersediaan *seal* hidrolik, pipa tekanan tinggi, dan oli berkualitas sesuai spesifikasi merupakan tanggung jawab logistik perusahaan yang dikelola secara manajerial. Namun dalam praktiknya, sering terjadi substitusi komponen akibat alasan efisiensi biaya, yang justru meningkatkan risiko sistem. Menurut Rahardjo & Simatupang (2020), 48% kasus kebocoran sistem hidrolik di kapal niaga disebabkan oleh penggunaan material non-standar akibat lemahnya sistem pengadaan dalam perusahaan.

Lebih lanjut, perusahaan pelayaran idealnya memiliki sistem dokumentasi dan pelaporan teknis berbasis digital, yang dapat digunakan sebagai alat pengambilan keputusan manajerial. Dengan demikian, setiap anomali teknis seperti kebocoran dapat dilacak kembali ke histori kapal, frekuensi penggantian komponen, dan kualitas perawatan. Namun, masih banyak perusahaan yang bergantung pada dokumentasi manual atau tidak terdokumentasi sama sekali, sehingga menyulitkan analisis akar masalah. Menurut Rachman et al. (2022), sistem manajemen teknis berbasis digital (CMMS – *Computerized Maintenance Management System*) terbukti dapat meningkatkan efisiensi perawatan dan akurasi deteksi kerusakan.

Dalam kasus kebocoran minyak hidrolik di CB. EXPRESS 56, hal tersebut bukan hanya merupakan kegagalan teknis, tetapi juga mencerminkan kekurangan dalam perencanaan dan pengawasan manajerial. Manajemen perusahaan seharusnya mampu

memetakan risiko sistem steering gear, mengidentifikasi komponen kritis, serta merancang strategi pemeliharaan yang adaptif terhadap beban kerja kapal dan rute pelayaran.

Oleh karena itu, manajemen perusahaan dalam konteks ini harus dilihat sebagai entitas yang bertanggung jawab penuh terhadap keandalan sistem kapal, baik melalui kebijakan strategis, pengawasan teknis, penyediaan logistik, hingga pengembangan sumber daya manusia yang terlibat. Dengan penguatan manajemen teknis dan budaya keselamatan, maka potensi kejadian seperti kebocoran minyak hidrolik pada *Steering Gear* dapat dicegah dan dikendalikan secara sistematis.

F. Faktor Dari Luar

Dalam sistem transportasi laut, kondisi teknis kapal sangat dipengaruhi oleh tidak hanya faktor internal (seperti kru, manajemen, dan perawatan kapal), tetapi juga oleh faktor eksternal yang berada di luar kendali langsung awak kapal. Faktor-faktor dari luar kapal ini dapat mencakup lingkungan maritim, regulasi pelayaran internasional, kondisi dermaga dan pelabuhan, hingga dinamika pasar pelayaran global. Seluruh elemen ini dapat memengaruhi kinerja sistem kapal, termasuk sistem hidrolik *Steering Gear* yang merupakan komponen vital dalam kendali arah kapal.

Salah satu faktor eksternal paling dominan adalah kondisi lingkungan laut, termasuk suhu ekstrem, kadar salinitas tinggi, serta gelombang dan arus laut yang kuat. Rute pelayaran dari Qatar menuju Uni Emirat Arab, seperti yang dilalui CB. EXPRESS 56, memiliki karakteristik lingkungan maritim dengan suhu tinggi dan tingkat kelembaban yang ekstrem. Menurut Pranoto dan Gunawan (2022), kondisi lingkungan laut dengan suhu di atas 45°C dan kelembaban tinggi secara signifikan dapat mempercepat degradasi *seal* karet, selang hidrolik, dan oli pada sistem kemudi, sehingga meningkatkan potensi terjadinya kebocoran.

Selain itu, kebijakan pelabuhan dan waktu sandar juga menjadi faktor luar yang berdampak pada peluang pemeliharaan sistem. Beberapa pelabuhan menerapkan aturan ketat terhadap durasi sandar dan pembatasan teknis pada kegiatan perbaikan, sehingga

awak kapal tidak memiliki cukup waktu atau izin untuk melakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap komponen kritis. Hal ini diperparah oleh pelabuhan yang tidak menyediakan layanan teknis yang memadai. Seperti diungkapkan oleh Hasibuan dan Syahputra (2023), dalam kondisi tekanan operasional yang tinggi, kapal kerap dipaksa segera berangkat demi efisiensi ekonomi, tanpa sempat menyelesaikan pemeriksaan sistem, yang pada akhirnya menimbulkan risiko kebocoran pada sistem vital seperti hidrolik steering gear.

Regulasi internasional seperti SOLAS (Safety of Life at Sea) dan ISM Code memang telah mengatur standar minimum pemeriksaan dan pemeliharaan sistem kemudi. Namun dalam praktiknya, tidak semua operator pelayaran dapat mengimplementasikan aturan ini secara optimal, terutama ketika berada di perairan lintas negara yang menerapkan standar inspeksi berbeda. Menurut laporan IMO (2021), perbedaan kepatuhan terhadap regulasi teknis kapal antara negara pelabuhan (port state) dan negara bendera (flag state) kerap menimbulkan ketimpangan dalam pengawasan teknis yang efektif.

Faktor pasar pelayaran dan tekanan operasional juga tidak dapat diabaikan. Permintaan pengiriman barang yang tinggi, keterbatasan armada, serta jadwal pengiriman yang ketat dapat memaksa perusahaan untuk terus mengoperasikan kapal tanpa downtime yang cukup untuk pemeliharaan. Menurut studi oleh Wijayanti dan Fauzan (2024), tekanan ekonomi dalam industri pelayaran sering kali membuat manajemen mengorbankan program pemeliharaan jangka panjang demi mengejar target pengiriman jangka pendek. Akibatnya, sistem seperti *Steering Gear* dapat diabaikan hingga menunjukkan tanda-tanda kegagalan seperti kebocoran.

Lebih lanjut, akses terhadap suku cadang dan teknisi profesional di luar negeri juga sangat berpengaruh. Beberapa pelabuhan di Timur Tengah atau Afrika Utara memiliki keterbatasan dalam stok komponen OEM (original equipment manufacturer) untuk sistem steering gear. Hal ini membuat kru kapal terpaksa menunda penggantian komponen atau menggunakan suku cadang alternatif yang tidak selalu sesuai standar. Ini diperkuat oleh riset dari Abdullah dan Salim (2020), yang menunjukkan bahwa

keterlambatan dalam pengadaan komponen *Steering Gear* menjadi penyebab utama 38% dari kegagalan sistem kemudi kapal niaga di kawasan Teluk.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor dari luar kapal tersebut, terlihat bahwa kebocoran minyak hidrolik pada sistem *Steering Gear* tidak hanya merupakan kegagalan teknis semata, melainkan akibat dari interaksi kompleks antara sistem kapal dengan lingkungan eksternal yang mempengaruhi keandalan dan kinerja sistem secara keseluruhan. Oleh karena itu, analisis kebocoran minyak hidrolik perlu mempertimbangkan dimensi eksternal ini dalam rangka menyusun rekomendasi teknis dan manajerial yang komprehensif bagi perusahaan pelayaran.

G. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan merupakan salah satu unsur penting yang dapat memengaruhi kinerja dan keandalan sistem teknis di atas kapal, termasuk sistem hidrolik pada steering gear. Lingkungan maritim di mana kapal beroperasi memiliki karakteristik fisik dan kimiawi yang sangat menantang, seperti suhu ekstrem, kelembaban tinggi, kadar salinitas air laut, tekanan udara, serta dinamika gelombang dan arus laut. Kondisi-kondisi ini dapat mempercepat degradasi material dan komponen mesin, termasuk sistem hidrolik yang sangat sensitif terhadap gangguan pada *seal*, pipa, dan sambungan tekanan tinggi.

Dalam kasus kapal CB. EXPRESS 56 yang mengalami kebocoran minyak hidrolik saat dalam pelayaran dari Qatar menuju Uni Emirat Arab, jalur pelayaran tersebut berada dalam kawasan laut dengan suhu udara yang sangat tinggi, bisa mencapai lebih dari 45°C pada musim panas. Suhu lingkungan yang tinggi dapat meningkatkan tekanan internal dalam sistem hidrolik akibat ekspansi termal minyak, serta mempercepat degradasi elastomer pada *seal* dan gasket. Menurut Siregar dan Prasetya (2021), material *seal* berbahan karet sintetis seperti NBR atau Viton akan mengalami penurunan elastisitas secara signifikan jika terus-menerus berada dalam lingkungan bersuhu tinggi, yang kemudian menyebabkan potensi kebocoran lebih besar.

Selain itu, kelembaban udara di perairan Teluk juga sangat tinggi, yang berpotensi menyebabkan kondensasi di dalam ruang mesin dan mengganggu kestabilan pelumas atau minyak hidrolik. Kondensasi ini dapat menimbulkan kontaminasi air dalam minyak, sehingga meningkatkan risiko korosi pada komponen logam dan mengurangi viskositas pelumas. Hal ini dibuktikan dalam studi oleh Fitriani et al. (2023), yang menyatakan bahwa kontaminasi minyak hidrolik oleh air laut atau uap air merupakan penyebab utama kerusakan sistem hidrolik pada kapal-kapal niaga yang melintasi wilayah tropis dan subtropis.

Selain aspek termal dan kelembaban, tingginya kadar salinitas di perairan Teluk Arab juga berperan dalam mempercepat proses korosi pada sambungan dan pipa hidrolik berbahan logam. Udara laut yang kaya garam dapat mempercepat oksidasi pada komponen luar sistem hidrolik, terutama jika perlindungan cat atau lapisan anti-korosi tidak optimal. Menurut riset oleh Abdullah dan Zulfikri (2022), sistem kemudi kapal yang berada di wilayah laut dengan salinitas tinggi memiliki peluang dua kali lebih besar mengalami gangguan akibat korosi dibandingkan sistem yang beroperasi di perairan dengan kadar salinitas rendah.

Gelombang tinggi dan gerakan kapal yang tidak stabil juga dapat memperbesar tekanan kejut (shock load) pada sistem kemudi. Jika shock tersebut terjadi secara berulang, maka tekanan pada sambungan pipa dan silinder hidrolik akan meningkat dan mempercepat ausnya komponen. Fenomena ini disebut oleh Nasution dan Yulianto (2024) sebagai “hydraulic pulsation fatigue,” yaitu kelelahan material akibat lonjakan tekanan berulang dalam sistem tertutup.

Dengan mempertimbangkan semua aspek tersebut, dapat dipahami bahwa lingkungan operasional kapal memiliki pengaruh besar terhadap keandalan sistem steering gear. Perpaduan antara suhu tinggi, kelembaban ekstrem, salinitas tinggi, serta dinamika gelombang menyebabkan kondisi kerja sistem hidrolik menjadi sangat berat. Jika tidak disertai dengan sistem perawatan yang adaptif terhadap lingkungan, maka kemungkinan terjadinya kebocoran akan semakin besar.

Oleh karena itu, dalam konteks penelitian ini, analisis terhadap kebocoran minyak

hidrolik tidak dapat dilepaskan dari pemahaman tentang kondisi lingkungan eksternal tempat kapal beroperasi. Hal ini memberikan dasar ilmiah yang kuat bahwa desain, pemeliharaan, dan inspeksi sistem hidrolik harus mempertimbangkan faktor lingkungan sebagai bagian dari pendekatan berbasis risiko (risk-based approach) untuk menjaga keandalan sistem kapal.