

ANALISIS PENYEBAB KEBOCORAN LAMBUNG KANAN PADA MT. SEA PROSPERITY



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan dan Pelatihan Pelaut (DP) Tingkat I

NURFAJRI SYAM

NIS : 25.01.101.014

AHLI NAUTIKA TINGKAT I

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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nurfajri Syam

Nomor Induk Perwira Siswa : 25.01.101.014

Jurusan : Ahli Nautika Tingkat I

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

**ANALISIS PENYEBAB KEBOCORAN LAMBUNG KANAN PADA MT. SEA
PROSPERITY**

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 25 April 2025



NURFAJRI SYAM

**PERSETUJUAN SEMINAR
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **Analisis Penyebab Kebocoran Lambung Kanan
Pada MT. SEA PROSPERITY**

Nama Pasis : Nurfajri Saym

Nomor Induk Siswa : 25.01.101.014

Program Diklat : Ahli Nautika Tingkat I

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Makassar, 25 April 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Capt. Nurwahidah, S.Pd., M.T., M.Mar
NIP. 19750329199031002

Capt. Muhammad Rifani, S.Si.T., M. Mar
NIP. 197809102005021001

Mengetahui:
Manager Diklat Teknis
Peningkatan dan Penjenjangan

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

**ANALISIS PENYEBAB KEBOCORAN LAMBUNG KANAN PADA
MT. SEA PROSPERITY**

Disusun dan Diajukan Oleh:

Nurfajri Syam

NIS. 25.01.101.014

Ahli Nautika Tingkat I

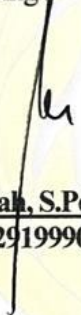
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT

Pada Tanggal 25 April 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Capt. Nurwahidah, S.Pd., M.T., M.Mar
NIP. 197503291999031002


Capt. Muhammad Rifani, S.Si.T., M. Mar
NIP. 197809102005021001

Mengetahui:

A.n Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Pembantu Direktur I


Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar.
NIP. 19750329 1999031002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas Rahmat dan karuniaNya , sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah terapan ini dengan judul “Analisis Penyebab Kebocoran Lambung Kanan Di MT SEA PROSPERITY ” walaupun dalam keterbatasan waktu dan berbagai kendala yang ada. Penyusun karya tulis ilmiah terapan merupakan persyaratan untuk memenuhi kewajiban dalam menyelesaikan kurikulum Diklat Teknik Profesi Kepelautan Program Studi Nautika Tingkat I guna pencapaian kompetensi keahlian pelaut sebagai pemegang Sertifikat Ahli Nautika Tingkat I (ANT – I) di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.

Dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini penulis merasa jauh dari sempurna seperti terbatasnya pengetahuan teori mengenai hal-hal yang terkait dengan ilmu tata bahasa Indonesia yang benar sehingga mudah dipahami bagi para pembaca, baik sistematika penulisan maupun isi materinya, kritik dan saran saya harapkan demi kesempurnaan karya ilmiah terapan ini.

Atas bantuan, saran dan bimbingan yang telah diberikan, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Capt. Rudy Susanto, M.Pd. selaku direktur pelaksana Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
2. Bapak Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E. selaku Manager Diklat Teknis, Peningkatan dan Penjenjangan Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
3. Capt. Nurwahidah, S.Pd., M.T., M.Mar selaku pembimbing I yang dengan kesabaran, ketelitian memberi bimbingan dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini.
4. Capt. Muhammad Rifani, S.Sit., M.Mar selaku pembimbing 2 yang dengan kesabaran , ketelitian memberikan bimbingan dalam penyusunan karya ilmiah terapan.
5. Seluruh dosen dan staff Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
6. Orang tua, dan Keluarga yang tidak henti-hentinya dengan penuh cinta kasih dan sayang memberi dukungan, motivasi dan doanya.
7. Rekan-rekan pasis peserta pasis peserta Diklat ANT Angkatan XLIII/2025.
8. Pihak-pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih sangat banyak kekurangan dan keterbatasan dalam

karya tulis ilmiah ini, oleh karena itu kritik dan saran untuk kesempurnaan penulisan karya tulis ilmiah terapan ini sangat diharapkan.

Akhir kata semoga karya tulis ini dapat memberi manfaat bagi penulis pribadi, dunia pelayaran dan para pembaca yang seprofesi,

Makas sar, 25 April 2025



Nurhajri Syam

ABSTRAK

Nurfajri Syam. Analisis Penyebab Kebocoran Lambung Kanan di MT SEA PROSPERITY. Dibimbing oleh **Nurwahidah** dan **Muhammad Rifani**. **Latar Belakang:** Kebocoran lambung kapal merupakan salah satu insiden serius dalam dunia pelayaran yang dapat membahayakan keselamatan kapal, muatan, serta lingkungan laut. Insiden pada MT SEA PROSPERITY yang terjadi saat kapal berlabuh di AEPB Singapura menjadi contoh nyata yang memerlukan kajian mendalam. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab utama terjadinya kebocoran lambung kanan pada MT SEA PROSPERITY serta memberikan rekomendasi untuk mencegah kejadian serupa di masa mendatang. **Metode:** Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus dengan pengumpulan data primer melalui observasi langsung di atas kapal dan wawancara dengan perwira serta awak kapal. Data sekunder diperoleh dari dokumen resmi dan literatur terkait. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebocoran lambung kanan disebabkan oleh dua faktor utama: pertama, kurangnya komunikasi dan koordinasi antara MT SEA LOYALTY dan MT SEA PROSPERITY sebelum manuver alongside; kedua, kerusakan pada sistem *bow thruster* MT SEA LOYALTY yang menyebabkan kegagalan manuver dan terjadinya benturan jangkar dengan lambung MT SEA PROSPERITY. Akibat benturan tersebut terjadi kebocoran sepanjang 38 cm pada tangki ballast sisi kanan kapal (WBT 2S). **Kesimpulan:** Kebocoran lambung kapal MT SEA PROSPERITY terjadi akibat kombinasi faktor manusia dan teknis. Diperlukan peningkatan prosedur komunikasi, pemeliharaan rutin peralatan navigasi, serta pelatihan keselamatan secara berkala untuk mengurangi risiko insiden serupa.

Kata Kunci: Kebocoran, Lambung kanan, Bow Thruster, Komunikasi Kapal, Keselamatan Pelayaran, MT SEA PROSPERITY

ABSTRACT

Nurfajri Syam. *Analysis of the Causes of Hull Leakage on the MT SEA PROSPERITY.* Supervised by **Nurwahidah** and **Muhammad Rifani.** **Background:** Hull leakage is a serious incident in maritime operations that can endanger the safety of the vessel, its cargo, and the marine environment. The incident involving the MT SEA PROSPERITY while anchored at AEPB Singapore is a real case that requires in-depth analysis. **Objective :** This study aims to analyze the main causes of the hull leakage on the MT SEA PROSPERITY and provide recommendations to prevent similar incidents in the future. **Method:** This research used a case study approach with primary data collected through direct observation onboard and interviews with officers and crew members. Secondary data were obtained from official documents and relevant literature. **Result:** The findings reveal two main factors contributing to the hull leakage: first, a lack of communication and coordination between MT SEA LOYALTY and MT SEA PROSPERITY prior to the alongside maneuver; second, a malfunction in the bow thruster system of MT SEA LOYALTY that led to maneuver failure and anchor collision with the hull of MT SEA PROSPERITY. The impact caused a 38 cm-long leak on the starboard ballast tank (WBT 2S). **Conclusion:** The hull leakage on MT SEA PROSPERITY was caused by a combination of human and technical factors. Enhancing communication procedures, regular maintenance of navigation equipment, and periodic safety training are necessary to minimize the risk of similar incidents.

Keywords: Leakage, Ship Hull, Bow Thruster, Ship Communication, Maritime Safety, MT SEA PROSPERITY

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN KEASLIAN	i
PERSETUJUAN SEMINAR.....	ii
PERSETUJUAN SEMINAR.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SINGKATAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat.....	4
E. Hipotesis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Faktor Manusia.....	5
B. Faktor Kapal	7
C. Faktor Luar Kapal.....	10
BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	11
A. Lokasi Kejadian.....	11

B. Situasi Dan Kondisi	11
C. Temuan Penelitian	12
D. Urutan Kejadian.....	13
E. Pembahasan Masalah.....	15
BAB IV PENUTUP	18
A. Kesimpulan.....	18
B. Saran	18

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Lokasi Kejadian Insiden Kebocoran MT SEA PROSPERITY	11
Gambar 3.2 Statement of Fact dari Master Kapal MT SEA PROSPERITY	14
Gambar 3.3 Kebocoran Lambung Pada WBT 2S (F-10) MT SEA PROSPERITY	14

DAFTAR SINGKATAN

AEPB	Anchorage Area East Petroleum Bravo
AIS	Automatic Identification System
ANT	Ahli Nautika Tingkat
GPS	Global Positioning System
IMO	International Maritime Organization
KIT	Karya Ilmiah Terapan
MT	Motor Tanker
MV	Motor Vessel
PIP	Politeknik Ilmu Pelayaran
RPK	Rencana Pengoperasian Kapal
SOLAS	Safety of Life at Sea
WBT	Water Ballast Tank
PMS	Planned Maintenance System

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Transportasi laut memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung aktivitas ekonomi global, terutama dalam perdagangan dan distribusi barang. Kapal berperan sebagai sarana transportasi utama yang mendukung aktivitas perdagangan serta distribusi barang di tingkat global (Putra Sandy et al., 2021). Keselamatan dan kelayakan kapal merupakan faktor penting dalam operasional pelayaran, karena kecelakaan yang terjadi dapat berdampak besar baik terhadap awak kapal, perekonomian maupun lingkungan (Sahara & Alfian, 2023). Salah satu insiden yang sering terjadi adalah kebocoran lambung, yang dapat dipicu oleh berbagai faktor seperti tubrukan, korosi, atau kegagalan pada struktur kapal (Suryadi et al., 2017). Permasalahan kebocoran lambung kapal memerlukan perhatian serius karena dapat mengancam keselamatan operasional serta kelestarian lingkungan laut.

Beberapa study menjelaskan tentang kebocoran lambung kapal. Penelitian oleh (Suvica et al., 2022) menunjukkan bahwa tubrukan kapal dapat menimbulkan deformasi signifikan hingga robeknya lambung kapal, yang berpotensi menyebabkan kerusakan parah dan pencemaran lingkungan akibat tumpahan muatan berbahaya. Studi lain juga menjelaskan selain tubrukan, korosi juga menjadi faktor signifikan yang dapat menyebabkan kebocoran lambung kapal. Studi kasus pada KM. Dorolonda mengidentifikasi bahwa korosi jenis erosi, ditambah dengan kurangnya perawatan dan pengecekan rutin, menjadi penyebab kebocoran lambung kapal tersebut (Pratama, 2022). Selain faktor tubrukan dan korosi, kegagalan struktur kapal juga menjadi penyebab utama kebocoran lambung. Berdasarkan studi oleh Wijaya et al. (2021), tekanan hidrodinamis yang terus menerus serta faktor kelelahan material pada badan kapal dapat mengakibatkan retakan yang berkembang menjadi kebocoran. Kelelahan material ini sering kali tidak terdeteksi secara dini karena keterbatasan dalam inspeksi rutin yang dilakukan oleh operator kapal.

Dampak dari kebocoran lambung kapal sangat luas, tidak hanya mempengaruhi operasional kapal tetapi juga lingkungan maritim. Insiden seperti

tumpahan minyak akibat kebocoran lambung telah terbukti mencemari ekosistem laut, membahayakan kehidupan biota laut, serta berdampak pada sektor perikanan dan pariwisata (SHELEMO, 2023). Kasus tumpahan minyak akibat kebocoran lambung kapal MT. Marine Honour menjadi salah satu contoh nyata bagaimana kapal ini mengalami kebocoran lambung akibat tubrukan, yang menyebabkan tumpahan minyak dalam jumlah besar dan mencemari perairan sekitarnya, mengakibatkan dampak ekologis yang luas serta gangguan terhadap aktivitas perikanan dan transportasi laut.

Dalam upaya mencegah terjadinya kebocoran lambung kapal, berbagai regulasi internasional telah diterapkan. Organisasi Maritim Internasional (IMO) melalui konvensi SOLAS (*Safety of Life at Sea*) telah menetapkan standar keselamatan bagi kapal untuk mengurangi risiko kecelakaan akibat kebocoran lambung (IMO, 2021). Selain itu, penerapan klasifikasi kapal yang ketat oleh badan sertifikasi seperti Lloyd's Register dan Bureau Veritas turut berperan dalam memastikan bahwa kapal yang beroperasi memiliki struktur yang layak dan aman. Dampak dari penerapan regulasi internasional ini sangat signifikan dalam meningkatkan keselamatan pelayaran serta melindungi lingkungan maritim. Dengan adanya aturan yang ketat mengenai inspeksi, perawatan, dan desain kapal, kebocoran lambung dapat dikurangi secara efektif. Selain itu, regulasi ini juga mendorong industri perkapalan untuk mengadopsi teknologi yang lebih aman dan berkelanjutan. Meskipun demikian, tantangan masih tetap ada terutama dalam hal kepatuhan dan pengawasan di negara-negara dengan infrastruktur pengawasan maritim yang terbatas.

Kapal MT SEA PROSPERITY dan MT SEA LOYALTY merupakan kapal yang berbendera Singapura di bawah kepemilikan oleh perusahaan EQUATORIAL MARINE FUEL MANAGEMENT SERVICES PTE LTD yang berada di Singapura. Pada tanggal 08 Desember 2022 telah terjadi insiden yang melibatkan dua kapal yang sama-sama dikelola oleh perusahaan ini, yaitu MT SEA PROSPERITY dan MT SEA LOYALTY di kawasan *Anchorage Area East Petroleum Bravo* (AEPB) Singapura. MT SEA LOYALTY melakukan manuver *alongside* ke arah MT SEA PROSPERITY tanpa pemberitahuan sebelumnya kepada pihak kapal yang sedang berlabuh. Tujuan pendekatan

tersebut adalah untuk pengambilan dokumen dari salah satu perwira MT SEA PROSPERITY. Sayangnya pendekatan dilakukan tanpa koordinasi yang memadai dan disertai dengan kerusakan pada sistem *bow thruster* MT SEA LOYALTY yang mengakibatkan terjadinya benturan antara port anchor kapal tersebut dengan sisi lambung MT SEA PROSPERITY. Benturan ini menyebabkan kebocoran sepanjang 38 cm pada tangki ballast sisi kanan (WBT 2S) MT SEA PROSPERITY. Kejadian ini mencerminkan adanya celah dalam penerapan prosedur keselamatan internal serta pengawasan operasional antar kapal dalam satu manajemen. Sebagai perusahaan yang menyediakan layanan manajemen penuh EQUATORIAL MARINE FUEL MANAGEMENT SERVICES PTE LTD memiliki tanggung jawab besar dalam memastikan seluruh armadanya beroperasi sesuai standar keselamatan internasional termasuk dalam hal koordinasi antar kapal, pelatihan awak kapal, serta kesiapan teknis peralatan navigasi. Kejadian ini menjadi pelajaran penting bahwa meskipun kedua kapal berada dalam satu manajemen, komunikasi yang tidak efektif dan kegagalan teknis tetap dapat memicu insiden berbahaya. Oleh karena itu, peningkatan sistem pengawasan, pemeliharaan, serta pelatihan berkala merupakan langkah penting untuk mencegah kejadian serupa di masa mendatang.

Masalah kebocoran lambung kapal memerlukan perhatian serius mengingat dampaknya yang dapat berujung pada awak kapal, gangguan operasional, kerugian ekonomi, serta pencemaran lingkungan. Analisis menyeluruh terhadap penyebab kebocoran lambung kapal menjadi langkah penting dalam meningkatkan standar keselamatan pelayaran serta mencegah insiden serupa di masa mendatang. Dengan pemahaman yang lebih baik mengenai faktor-faktor penyebab kebocoran dan langkah pencegahan dapat diterapkan secara lebih efektif guna menjamin keselamatan kapal dan lingkungan maritim. Merujuk pada kejadian tersebut, penulis terdorong untuk mengkaji salah satu permasalahan yang terjadi pada kapal dan menuangkannya dalam sebuah Karya Ilmiah Terapan dengan judul **“Analisis Penyebab Kebocoran Lambung Kanan Pada MT. SEA PROSPERITY”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas pengalaman serta fakta yang terjadi maka rumusan masalah yang dapat disimpulkan adalah analisis penyebab kebocoran lambung kanan pada MT. SEA PROSPERITY ?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan kebocoran lambung kanan pada MT. SEA PROSPERITY

D. Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Secara Teoritis

Hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik perkapalan dan keselamatan maritim. Dengan memahami faktor-faktor penyebab kebocoran lambung kapal akibat tubrukan penelitian ini dapat menjadi referensi bagi akademisi dan praktisi dalam mengevaluasi dampak tubrukan terhadap struktur kapal. Selain itu, penelitian ini juga dapat meningkatkan pemahaman mengenai pentingnya desain kapal yang lebih tahan terhadap benturan serta prosedur mitigasi yang tepat guna meminimalkan risiko kebocoran.

2. Secara Praktis

Hasil penelitian ini memberikan kontribusi bagi industri maritim dan berbagai pihak terkait. Bagi perusahaan pelayaran, hasil penelitian ini dapat menjadi bahan evaluasi dalam meningkatkan standar keselamatan kapal, baik melalui perawatan lambung kapal secara berkala maupun penerapan prosedur navigasi yang lebih aman untuk menghindari kecelakaan di perairan. Selain itu, penelitian ini juga bermanfaat bagi awak kapal dengan meningkatkan kesadaran akan pentingnya kepatuhan terhadap prosedur keselamatan dalam mencegah dan menangani kebocoran lambung akibat tubrukan.

E. Hipotesis

Diduga kebocoran lambung kanan pada MT SEA PROSPERITY disebabkan oleh beberapa faktor terutama tidak adanya komunikasi dan koordinasi antara kedua kapal dan kerusakan pada *bow thruster* pada kapal MT SEA LOYALTY .

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Faktor Manusia

Faktor manusia (*Human Factor*) berperan dalam terjadinya tabrakan yang menyebabkan kebocoran pada lambung kapal. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Putraman et al., 2019). Beberapa aspek dari faktor manusia yang berkontribusi terhadap kejadian tersebut antara lain:

1. Kurangnya koordinasi komunikasi

Kurangnya komunikasi yang efektif di atas kapal sering kali menjadi faktor utama dalam kecelakaan laut, termasuk tabrakan yang berujung pada kebocoran lambung kapal. Kesalahan dalam penyampaian informasi antara perwira kapal, baik dalam navigasi maupun koordinasi operasional, dapat menyebabkan pengambilan keputusan yang tidak tepat. Dalam banyak kasus, kegagalan komunikasi antara nahkoda, petugas navigasi, dan kru di ruang mesin mengakibatkan keterlambatan dalam merespons situasi berbahaya. Misalnya, ketika sebuah kapal mendekati area lalu lintas padat, kurangnya koordinasi dalam memberikan peringatan atau instruksi yang jelas dapat menyebabkan tabrakan dengan kapal lain atau benda terapung di laut. Benturan tersebut kemudian dapat merusak struktur lambung kapal, mengakibatkan kebocoran yang berisiko menenggelamkan kapal atau menimbulkan pencemaran lingkungan akibat tumpahan bahan bakar (Guritno, 2019)

Untuk mencegah kejadian serupa, diperlukan sistem komunikasi yang lebih baik di atas kapal, termasuk penggunaan bahasa yang terstandar, pelatihan perwira kapal dalam komunikasi darurat, serta penerapan teknologi navigasi yang mendukung koordinasi yang lebih efektif. Dengan demikian, risiko tabrakan dan kebocoran lambung kapal akibat miskomunikasi dapat diminimalkan.

2. Kurangnya perawatan dan pengawasan

Kurangnya perawatan dan pengawasan merupakan salah satu faktor manusia yang dapat menyebabkan benturan dan kebocoran pada lambung kapal. Perawatan yang tidak teratur, terutama dalam hal inspeksi dan

pemeliharaan struktur kapal, dapat menyebabkan berbagai masalah teknis yang meningkatkan risiko kecelakaan.

Dalam studi kasus pada KM. Dorolonda, ditemukan bahwa kebocoran lambung kapal sering kali disebabkan oleh korosi akibat erosi, yang diperparah oleh kurangnya perawatan dan pengecekan rutin. Jika lambung kapal mengalami korosi yang signifikan, kekuatan strukturnya melemah, sehingga lebih rentan terhadap benturan baik akibat gelombang tinggi, tabrakan dengan benda terapung, maupun gesekan saat kapal sandar di dermaga (Pratama, 2022). Selain itu, kurangnya pengawasan juga dapat menyebabkan perwira kapal tidak menyadari kondisi lambung yang sudah melemah. Ketika kapal mengalami benturan, bagian yang sudah mengalami korosi akan lebih mudah retak atau pecah, sehingga kebocoran pun terjadi lebih cepat. Jika tidak segera ditangani, kebocoran ini dapat memperburuk kondisi kapal, membahayakan keselamatan *crew* kapal, serta meningkatkan risiko tenggelamnya kapal.

Untuk mencegah kejadian serupa diperlukan inspeksi berkala, pemeliharaan yang ketat, serta peningkatan kesadaran perwira kapal terhadap pentingnya pengawasan kondisi lambung. Dengan langkah-langkah ini, risiko benturan yang menyebabkan kebocoran lambung dapat diminimalkan.

3. Kesalahan Operasional

Kesalahan operasional dalam pengendalian kapal merupakan salah satu faktor manusia yang berkontribusi terhadap terjadinya tabrakan dan kebocoran lambung kapal. Kesalahan ini dapat terjadi akibat kurangnya keterampilan perwira kapal, pengambilan keputusan yang tidak tepat, atau kelalaian dalam menjalankan prosedur keselamatan. Beberapa bentuk kesalahan operasional yang dapat menyebabkan tabrakan dan kebocoran lambung kapal antara lain :

a. Kesalahan dalam Navigasi

Kesalahan dalam membaca peta laut salah menafsirkan sinyal navigasi, atau tidak memperhatikan rambu-rambu pelayaran dapat menyebabkan kapal memasuki jalur yang berbahaya. Jika kapal salah arah atau terlalu

dekat dengan kapal lain risiko tabrakan menjadi lebih tinggi. Benturan yang terjadi dapat merusak lambung kapal, terutama jika bagian yang terkena benturan sudah mengalami keausan atau korosi (Yasin Muhammad Syibli & Nuryaman, 2021)

b. Pengoperasian Kapal yang Tidak Sesuai Prosedur

Penggunaan mesin dan sistem kendali kapal yang tidak sesuai dengan standar operasional dapat menyebabkan kapal kehilangan kendali terutama dalam kondisi cuaca buruk atau perairan padat. Misalnya, jika seorang nahkoda tidak memperhitungkan kecepatan dan jarak aman saat melakukan manuver kapal bisa bertabrakan dengan kapal lain, dermaga, atau benda terapung di laut, yang berpotensi merusak lambung kapal dan menyebabkan kebocoran (Simlala et al., 2024).

B. Faktor Kapal

Selain faktor manusia, kondisi kapal itu sendiri juga dapat menjadi penyebab utama terjadinya tubrukan dan kebocoran lambung kapal. Faktor kapal ini mencakup berbagai aspek teknis mulai dari kualitas material, desain, hingga usia kapal. Jika kondisi kapal tidak optimal risiko tabrakan dan kebocoran akan meningkat (Haryanto & Purwitasari, 2018). Berikut adalah beberapa faktor kapal yang dapat menyebabkan tabrakan dan kebocoran lambung kapal :

1. Usia Kapal

Seiring bertambahnya usia kapal berbagai komponen struktural dan sistem operasionalnya mengalami penurunan kualitas yang dapat meningkatkan risiko tabrakan dan kebocoran lambung. Salah satu penyebab utama adalah kelelahan material di mana struktur kapal mengalami tekanan berulang selama bertahun-tahun sehingga memicu retakan yang sulit terdeteksi. Jika tidak diperiksa secara rutin retakan ini dapat membesar dan menyebabkan kebocoran lambung kapal terutama saat terjadi benturan atau tekanan dari gelombang laut. Kelelahan struktural dapat disebabkan oleh beban gelombang, sloshing, muatan, serta angin. Ketika struktur mencapai batas umur kelelahannya, retakan mulai terjadi melalui beberapa tahapan, dimulai dengan inisiasi retak, penjalaran retak yang stabil, retakan yang cepat (*fast fracture*), dan akhirnya patah (*fracture*). Pada kapal, kelelahan

struktural sering terjadi di area penting seperti *deck*, *hatch coaming*, *bracket*, penegar longitudinal dan transversal, sisi *shell*, dan *bulkhead* (Misbah et al., 2019)

2. Kualitas material lambung kapal yang buruk

Kualitas material lambung kapal memainkan peran penting dalam menjaga integritas struktural dan keselamatan operasional kapal. Penggunaan material berkualitas rendah dapat meningkatkan risiko kerusakan, terutama akibat korosi, yang pada gilirannya dapat menyebabkan kebocoran dan bahkan kecelakaan serius. Sebuah studi mengungkapkan bahwa sekitar 90% kerusakan pada kapal khususnya pada lambung disebabkan oleh korosi. Di Indonesia, antara tahun 2010 hingga 2016 37% dari total kecelakaan kapal disebabkan oleh kebocoran yang terkait dengan kerusakan lambung akibat korosi (Sitompul et al., 2024). Korosi pada lambung kapal sering kali terjadi karena interaksi langsung dengan air laut yang bersifat korosif. Material lambung yang tidak memiliki ketahanan korosi yang memadai akan lebih cepat mengalami degradasi. Selain itu, kualitas cat pelindung juga berperan penting teknik pengecatan dan bahan cat yang baik akan menghasilkan kualitas lambung kapal yang lebih tahan terhadap korosi.

Pemilihan material yang tepat untuk lambung kapal sangat penting dalam mengurangi risiko korosi, terutama dalam lingkungan air laut yang korosif. Studi yang dilakukan oleh (Purnama et al., 2024) membandingkan laju korosi antara aluminium 5083 dan 5052 dalam media air laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aluminium 5083 memiliki laju korosi yang lebih rendah dibandingkan dengan aluminium 5052 pada semua durasi perendaman yang diuji. Analisis struktur mikro mengindikasikan bahwa distribusi partikel magnesium yang lebih merata pada aluminium 5083 berkontribusi terhadap ketahanan korosi yang lebih baik. Temuan ini menekankan pentingnya pemilihan material yang sesuai, seperti aluminium 5083, untuk aplikasi lambung kapal guna meminimalkan kerusakan akibat korosi dalam lingkungan laut. Oleh karena itu, pemilihan material lambung kapal yang memiliki kualitas tinggi dan ketahanan terhadap korosi serta

didukung oleh metode perlindungan yang sesuai berperan penting dalam menjaga keselamatan dan memperpanjang masa operasional kapal.

3. Gangguan pada Sistem Navigasi dan Mesin Kapal

Kerusakan pada sistem navigasi dan mesin kapal dapat menjadi faktor utama yang menyebabkan tabrakan dan kebocoran lambung kapal. Ketika salah satu atau kedua sistem ini mengalami gangguan kapal kehilangan kendali dalam menentukan arah, kecepatan, dan manuver sehingga meningkatkan risiko kecelakaan di laut.

a. Kerusakan sistem atau alat navigasi

Kerusakan sistem atau alat navigasi dapat mengganggu kemampuan kapal dalam menentukan posisi, arah, serta menghindari rintangan. Alat navigasi seperti radar, GPS, dan *Automatic Identification System* (AIS) dirancang untuk membantu kapal menavigasi perairan dengan aman. Namun, jika alat-alat ini mengalami kegagalan kapal dapat kehilangan orientasi, terlambat mendeteksi bahaya, atau mengalami gangguan komunikasi dengan kapal lain. Sebagai contoh, kegagalan radar dapat menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi kapal atau benda terapung di jalur pelayaran sehingga meningkatkan kemungkinan tabrakan yang berpotensi bocornya lambung kapal (Arief Supriatna et al., 2025).

b. Kerusakan Mesin

Kerusakan mesin kapal tidak hanya berdampak pada performa pelayaran tetapi juga dapat menjadi penyebab kebocoran lambung yang berisiko tinggi bagi keselamatan kapal dan awaknya. Mesin kapal yang berfungsi dengan baik memastikan kapal dapat bergerak dan bermanuver dengan aman. Namun, ketika terjadi gangguan serius, dampaknya dapat merembet ke berbagai sistem lain, termasuk struktur lambung kapal (Heriyawan & Santiko, 2022). Contoh Kerusakan *Bow thruster* adalah alat bantu manuver yang terletak di bagian haluan kapal dan berfungsi untuk memberikan dorongan lateral (ke kiri atau kanan) guna membantu kapal bermanuver dalam area terbatas. Jika *bow thruster* mengalami kerusakan, kapal bisa kehilangan sebagian kemampuannya untuk bermanuver dengan presisi, yang berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan.

C. Faktor Luar kapal

Faktor eksternal yang dapat menyebabkan tubrukan dan kebocoran lambung kapal meliputi :

1. Cuaca Buruk

Cuaca buruk seperti badai, kabut tebal, hujan lebat, dan angin kencang dapat secara drastis mengurangi jarak pandang dan mengganggu navigasi kapal. Hal ini meningkatkan risiko tubrukan dengan kapal lain atau objek di sekitar. Sebuah studi yang diterbitkan dalam *E-Journal Marine Inside* oleh (Sutryani et al., 2022) menekankan pentingnya kemampuan olah gerak kapal dalam menghadapi cuaca buruk untuk menjaga keselamatan *crew* dan kapal. Pengetahuan, pengalaman, persiapan, serta pengaturan optimalisasi dari perwira kapal dan peralatan sangat diperlukan dalam kondisi tersebut.

2. Arus dan Gelombang Kuat

Arus laut yang kuat dan gelombang tinggi dapat mempengaruhi olah gerak dan kendali kapal. Kondisi ini dapat menyebabkan kapal mengalami *rolling* (oleng) dan *pitching* (mengangguk) yang berpotensi mengakibatkan kerusakan pada lambung atau bahkan tubrukan. Penelitian yang dipublikasikan oleh (Ivandri et al., n.d.) 2017 menunjukkan bahwa arus dan kedalaman perairan memiliki pengaruh signifikan terhadap gerakan kapal. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa arus dengan kedalaman tertentu dapat meningkatkan nilai *rolling* dan *pitching* yang berdampak pada kemampuan olah gerak kapal.