UPAYA MENANGGULANGI AIR MASUK KE DALAM TANGKI BALLAST AKIBAT KEBOCORAN LAMBUNG DI SPB HEXEN ARGO 002

Muh. Rafli Raehan[1], Hadi Setiawan[2,] Fajrur Rahman[3]
[1,2,3]Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Alamat e-mail : [1]raflyraehan51@gmail.com, [2]hdsetiawan15@gmail.com,
[3]fajrur.fr@gmail.com

ABSTRACT

This study is motivated by a hull leakage incident on SPB Hexen Argo 002, a vessel with considerable operational age operating in Indonesian waters. The leakage led to a gradual increase in water volume within the ballast tank, affecting the vessel's stability and operational safety. This study aims to identify the causes of the hull leakage and analyze the crew's response measures in comparison with the international standard procedure of IMO MSC.1/Circ.1245.

This research employs a qualitative approach, with data collected through direct observation, in-depth interviews with six informants directly involved in the leakage response, and documentation of the vessel's hull condition. Data analysis was conducted using the Miles and Huberman model, encompassing data condensation, data display, and conclusion drawing.

The results indicate that the primary cause of the hull leakage was corrosion on the hull plate in the double bottom area, aggravated by the vessel's age of over 17 years and a deteriorated coating layer. The crew's response encompassed six out of seven procedures stipulated in IMO MSC.1/Circ.1245, namely situation assessment, closure of watertight openings, identification of the leak source through direct inspection of the double bottom space, vessel trimming and stability management, communication and coordination, and continuous monitoring. One procedure related to dewatering operations was carried out in accordance with the guidelines but encountered capacity limitations, requiring the addition of submersible pumps. The crew's success in maintaining a controlled vessel condition for more than two months demonstrates the effectiveness of their coordination and emergency response procedures.

Keywords: hull leakage, ballast tank, double bottom, corrosion, response measures.

ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi oleh kejadian kebocoran lambung yang dialami SPB Hexen Argo 002, kapal dengan masa operasional yang cukup panjang yang beroperasi di perairan Indonesia. Kebocoran yang terjadi menyebabkan peningkatan volume air pada tangki ballast secara bertahap, berpengaruh terhadap stabilitas dan keselamatan kapal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya kebocoran lambung dan menganalisis upaya penanggulangan

yang dilakukan awak kapal dibandingkan dengan prosedur standar internasional IMO MSC.1/Circ.1245.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan pengumpulan data melalui observasi langsung, wawancara mendalam terhadap enam narasumber yang terlibat langsung dalam penanganan kebocoran, serta dokumentasi kondisi lambung kapal. Analisis data dilakukan menggunakan model Miles dan Huberman yang mencakup kondensasi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab utama kebocoran adalah korosi pada pelat lambung yang diperparah oleh usia kapal yang sudah lebih dari 17 tahun. Upaya penanggulangan yang dilakukan awak kapal mencakup enam dari tujuh prosedur IMO MSC.1/Circ.1245, yaitu penilaian situasi, penutupan bukaan kedap air, identifikasi sumber kebocoran melalui inspeksi langsung ke ruang double bottom, penyeimbangan kapal, komunikasi dan koordinasi, serta pemantauan berkelanjutan. Satu prosedur terkait operasi pemompaan dilaksanakan sesuai pedoman namun menghadapi kendala kapasitas sehingga memerlukan penambahan pompa celup. Keberhasilan awak kapal mempertahankan kondisi kapal tetap terkendali selama lebih dari dua bulan membuktikan efektivitas koordinasi dan penerapan prosedur penanganan darurat yang dilakukan.

Kata Kunci: kebocoran lambung, tangki ballast, double bottom, korosi, upaya penanggulangan.

A. Pendahuluan

Kapal merupakan alat transportasi laut yang memiliki peranan penting dalam menunjang kegiatan perdagangan dan industri, khususnya di sektor pertambangan dan logistik. Dalam operasionalnya, kapal harus senantiasa berada dalam kondisi kelaiklautan (seaworthy) agar keselamatan, stabilitas, dan efisiensi pelayaran tetap terjaga. Lambung kapal sebagai elemen struktural terpenting tidak hanya berfungsi memberikan daya apung tetapi juga melindungi seluruh sistem dan muatan kapal dari masuknya air laut. Integritas lambung yang terjaga menjadi prasyarat mutlak bagi keselamatan pelayaran dan keberlangsungan operasional kapal.

Kebocoran lambung kapal merupakan kondisi kritis yang mengancam keselamatan maritim. Air laut yang masuk melalui celah atau lubang pada lambung akan menggenangi kompartemen, menambah beban kapal, dan mengubah karakteristik stabilitas secara drastis. Deteksi dini serta penanganan yang terstandar sangat penting untuk meminimalkan dampak terhadap keselamatan muatan, awak kapal, maupun keberlangsungan operasional.

International Maritime Organization (IMO) telah menetapkan pedoman standar melalui dokumen MSC.1/Circ.1245 yang berjudul Guidelines for Damage Control Plans and Information to the Master untuk

memberikan kerangka kerja sistematis bagi Nahkoda dan awak kapal dalam menghadapi situasi darurat akibat kebocoran struktural. Pedoman ini mencakup prosedur penilaian situasi, identifikasi kerusakan, operasi pemompaan, penyeimbangan kapal, serta pemantauan berkelanjutan yang menjadi standar industri maritim internasional.

Namun demikian, terdapat kesenjangan signifikan antara pedoman standar dengan implementasi di lapangan. Literatur yang ada umumnya membahas penyebab kebocoran secara terpisah dan belum banyak mendokumentasikan kombinasi faktor spesifik pada kasus aktual, sementara pedoman internasional memberikan kerangka umum tetapi tidak memberikan detail praktis tentang implementasinya dalam berbagai kondisi aktual di lapangan, seperti keterbatasan waktu, peralatan, akses ke lokasi kebocoran, serta variasi kompetensi awak kapal dalam menangani situasi darurat.

Studi kualitatif sejenis pernah dilakukan pada kasus kerusakan tutup palka akibat korosi (Budianto et al., 2025), namun berfokus pada ruang muat kapal kontainer dan belum menyentuh kebocoran struktural pada bagian double bottom maupun tangki ballast. Penelitian ini memberikan kebaruan dengan mendokumentasikan secara rinci kronologi penanganan kebocoran lambung bagian bawah dan membandingkannya secara langsung dengan tujuh tahapan prosedur baku IMO MSC.1/Circ.1245, sehingga dapat diketahui sejauh mana pedoman internasional tersebut benar-benar dapat diterapkan pada kapal niaga domestik dengan keterbatasan sumber daya di lapangan.

SPB Hexen Argo 002 mengalami kebocoran lambung bagian bawah yang menunjukkan kompleksitas permasalahan kebocoran dalam praktik operasional sesungguhnya. Kebocoran pertama kali terdeteksi pada bulan Maret 2025 saat kapal sedang berlayar di wilayah laut Banda, ditandai dengan kemiringan kapal dan peningkatan volume air pada tangki ballast. Kondisi awal masih dapat dikendalikan melalui pemompaan, namun situasi mengalami perburukan signifikan pada bulan Mei 2025 ketika kemiringan bertambah dan volume air yang masuk melampaui kapasitas pemompaan. Pemeriksaan lebih lanjut mengidentifikasi kerusakan pada bagian double bottom yang menjadi lokasi kebocoran utama. Pengalaman nyata dari kasus ini menjadi bukti konkret tentang kesenjangan antara pedoman teoretis dengan implementasi praktis, serta pentingnya dokumentasi detail tentang bagaimana awak kapal mengatasi kebocoran dengan keterbatasan sumber daya dalam situasi darurat.

Berdasarkan fenomena dan kesenjangan penelitian di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apa penyebab terjadinya kebocoran lambung di SPB Hexen Argo 002?

2. Bagaimana menanggulangi kebocoran lambung di SPB Hexen Argo 002?

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi penyebab terjadinya kebocoran lambung di SPB Hexen Argo 002.

2. Mendeskripsikan upaya penanggulangan kebocoran lambung di SPB Hexen Argo 002.

B. Tinjauan Pustaka

Kebocoran Pada Lambung Kapal

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), kata bocor merujuk pada kondisi berlubangnya suatu benda sehingga memungkinkan air atau udara untuk keluar maupun masuk, sementara kebocoran diartikan sebagai keadaan atau kondisi dari sesuatu yang bocor (Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, 2016).

Suryadi et al. (2023) menjelaskan bahwa lambung kapal merupakan bagian yang sangat penting bagi suatu kapal, yaitu struktur utama kapal yang membentuk badan kapal dan memberikan daya apung serta kekuatan struktural. Struktur lambung kapal dirancang untuk menahan gaya tekan air laut dan membawa beban selama peluncuran atau tabrakan dengan objek di sekitarnya. Kerusakan pada lambung dapat mempengaruhi efisiensi kapal dan menyebabkan kebocoran yang pada gilirannya berdampak pada keselamatan kapal dan awaknya.

Ikhwani et al. (2025) menjelaskan bahwa konstruksi dasar ganda (double bottom) terdiri dari pelat alas luar yang bersentuhan langsung dengan air laut, pelat alas dalam yang membentuk lantai tangki di dalam kapal, serta ruang di antara keduanya yang biasa digunakan sebagai tangki penyimpanan bahan bakar, air ballast, atau cairan lainnya untuk meningkatkan stabilitas kapal. Manhole merupakan bukaan akses pada konstruksi double bottom yang digunakan untuk keperluan inspeksi dan pemeliharaan ruang tersebut. Adapun tangki ballast adalah ruang atau kompartemen pada kapal yang digunakan untuk menampung air laut sebagai ballast guna menjaga stabilitas, keseimbangan, serta pengaturan posisi kapal di air.

Pelat lambung adalah komponen utama yang membentuk dinding dan dasar kapal. Korosi pada konstruksi kapal dapat menyebabkan menurunnya kekuatan pelat lambung, yang pada akhirnya mengurangi jaminan keselamatan operasional kapal (Sofian et al., 2022). Coating merupakan salah satu metode perlindungan korosi yang paling umum diterapkan pada lambung kapal, yaitu dengan melapisi permukaan baja menggunakan cat atau material pelindung lainnya sehingga logam tidak bersentuhan langsung dengan lingkungan korosif seperti air laut (Kurniawan & Periyanto, 2018).

Penyebab Kebocoran Lambung

Kebocoran lambung kapal dapat disebabkan oleh berbagai hal yang berbeda-beda. Memahami penyebab-penyebab ini sangat penting agar dapat melakukan pencegahan dan penanganan yang tepat.

Suvica et al. (2022) menjelaskan bahwa tubrukan kapal merupakan

peristiwa pertemuan dua benda yang dapat menyebabkan deformasi bahkan kerusakan serius seperti robeknya lambung kapal, dengan pola kerusakan berupa lekukan (indentation) atau bengkok (buckling), robekan pelat (tearing), hingga kerusakan struktur internal. Hendrayana et al. (2023) menyatakan bahwa grounding damage adalah kerusakan yang terjadi pada kapal akibat kandas, yang dapat menimbulkan deformasi pelat dasar, retakan lambung, maupun abrasi permukaan lambung.

Sofian et al. (2022) mengutip Sidiq (2002) yang menyatakan bahwa korosi adalah kerusakan yang disebabkan oleh reaksi kimia antara bahan logam dan unsur alam lainnya. Lingkungan laut dengan kadar garam tinggi menciptakan kondisi yang sangat korosif bagi material baja kapal. Karyono et al. (2017) menjelaskan bahwa berdasarkan bentuk dan tempat terjadinya, korosi dapat dikategorikan menjadi korosi seragam, korosi sumuran, korosi antar butir, korosi erosi, korosi galvanik, dan korosi celah, yang masing-masing memiliki karakteristik dan tingkat bahaya berbeda terhadap ketebalan pelat lambung.

Irianto (2024) menjelaskan bahwa usia kapal menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kerusakan yang terjadi pada kapal. Semakin tua usia kapal, semakin besar kemungkinan terjadinya kerusakan, terutama dalam hal ketahanan pelat kapal, melalui faktor korosi akibat paparan air laut jangka panjang, kelelahan material (fatigue) akibat siklus beban selama masa layar, penurunan kekuatan struktural, perubahan sifat material, serta kesesuaian dengan standar keselamatan dan teknologi terkini.

Kecepatan laju korosi pada pelat lambung juga sangat dipengaruhi oleh kondisi lapisan pelindung dan lingkungan perairan. Afandi et al. (2015) membuktikan secara eksperimental bahwa semakin tipis lapisan coating pada pelat baja, semakin tinggi laju korosi yang terjadi, sehingga pelat yang lapisan pelindungnya telah menipis akibat usia pemakaian jauh lebih rentan mengalami penurunan ketebalan secara cepat. Hal ini diperkuat oleh Mulyawanto et al. (2025) dan Prasetyo et al. (2019) yang menunjukkan bahwa peningkatan salinitas air laut dan lamanya waktu kontak logam dengan air laut turut mempercepat laju korosi pada pelat lambung kapal, sehingga kombinasi antara lapisan pelindung yang sudah menurun kualitasnya dengan paparan air laut yang terus-menerus dapat menjelaskan mengapa korosi pada bagian kapal yang jarang terlihat, seperti double bottom, dapat berkembang tanpa terdeteksi hingga menimbulkan kebocoran.

Sebagai upaya mitigasi, berbagai penelitian terbaru juga mengembangkan sistem pemantauan proteksi katodik berbasis Internet of Things untuk mendeteksi korosi lambung secara real-time (Hukoro & Khosyi'in, 2025; Raihan et al., 2023), yang menunjukkan bahwa penanganan korosi kapal terus berkembang ke arah pemantauan yang lebih proaktif dibandingkan sekadar pemeriksaan berkala secara manual.

Upaya Menanggulangi Kebocoran

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), menanggulangi berarti menghadapi atau mengatasi suatu masalah atau keadaan (Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, 2016). Dalam konteks penelitian ini, menanggulangi adalah serangkaian upaya aktif untuk menghadapi dan mengatasi kebocoran lambung yang sudah terjadi melalui tindakan-tindakan responsif dan korektif.

International Maritime Organization (IMO) melalui dokumen MSC.1/Circ.1245 (2007) menetapkan pedoman penyusunan Damage Control Plan dan damage control booklet untuk menyediakan informasi kepada perwira kapal mengenai subdivisi kedap air dan peralatan terkait, sehingga tindakan pencegahan dapat diambil untuk mencegah masuknya air progresif dan tindakan efektif dapat dilakukan dengan cepat untuk memitigasi serta memulihkan kehilangan stabilitas kapal.

Berdasarkan pedoman tersebut, prosedur penanganan kebocoran mengikuti alur kerja sistematis yang meliputi tujuh tahapan, yaitu: penilaian situasi dan tindakan darurat awal; penutupan bukaan kedap air dan kedap cuaca; identifikasi lokasi dan tingkat kerusakan melalui sounding; operasi pemompaan (dewatering) menggunakan pompa ballast, bilge, atau pompa darurat; penyeimbangan kapal melalui operasi transfer cairan untuk meminimalkan efek buruk terhadap stabilitas; komunikasi dan koordinasi dengan penjaga pantai dan pemilik kapal; serta pemantauan berkelanjutan melalui sounding berkala dan pencatatan sudut kemiringan kapal.

C. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan metode kualitatif. Menurut Sugiyono (2023), penelitian kualitatif merupakan pendekatan yang berlandaskan pada paradigma postpositivisme atau interpretatif untuk mengkaji suatu fenomena dalam kondisi alami, dengan peneliti sebagai instrumen utama. Pengumpulan data dilakukan melalui teknik triangulasi, seperti observasi, wawancara, dan dokumentasi, kemudian data dianalisis secara induktif untuk memperoleh pemahaman yang mendalam terhadap objek penelitian.

Pendekatan kualitatif bertujuan memahami makna suatu fenomena, menemukan karakteristik khusus, serta membangun pemahaman berdasarkan fakta di lapangan. Metode ini dipilih karena penelitian berfokus pada prosedur kerja, pengalaman, dan kondisi nyata yang terjadi, sehingga memungkinkan

peneliti memperoleh gambaran yang lebih mendalam mengenai permasalahan yang diteliti.

Penelitian dilaksanakan di MV. LBN 12 terhitung sejak 30 Juli 2024 hingga 5 Agustus 2025. Unit analisis penelitian ini adalah sistem pipa hidrolik pada tutup palka yang mengalami kebocoran, mengarah pada metode perbaikan pipa hidrolik yang mengalami kebocoran. Adapun individu yang terlibat dan menjadi informan dalam penelitian ini adalah *Chief officer, Second officer, Chief engineer,* Bosun.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan metode observasi, yaitu melalui pengamatan langsung terhadap pipa hidrolik yang mengalami kebocoran. Pengamatan difokuskan pada kondisi kerusakan yang terjadi dan proses perbaikan yang dilakukan oleh kru kapal. Pengumpulan data juga dilakukan melalui wawancara dengan informan yang terlibat dan bertanggung jawab dalam proses perbaikan, guna memperoleh informasi yang relevan dengan penelitian. Selain itu, studi dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan data berupa foto-foto sebagai bukti pendukung yang berfungsi memperkuat validitas temuan dan argumentasi dalam penelitian.

Penelitian ini menerapkan teknik analisis data deskriptif dengan cara mengumpulkan data berdasarkan fakta yang ditemukan di lapangan, kemudian menguraikannya secara sistematis. Data penelitian diperoleh melalui wawancara dengan informan terkait serta pengumpulan dokumen-dokumen pendukung yang relevan. Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan untuk memperoleh gambaran yang jelas mengenai objek penelitian.

D. Hasil dan Pembahasan

Penelitian

Gambaran Umum dan Riwayat Pengedokan SPB Hexen Argo 002

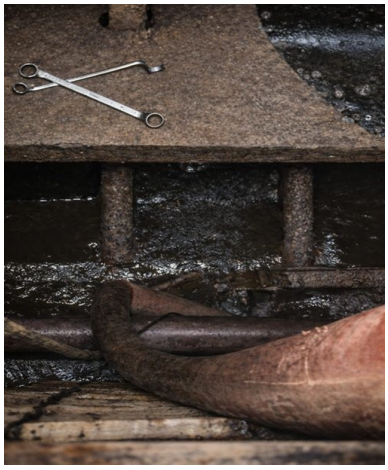
SPB Hexen Argo 002 merupakan kapal tongkang pendorong (Self-Propelled Barge) yang dioperasikan untuk mendukung kegiatan pertambangan dan logistik di perairan Indonesia. Kapal ini dibangun pada tahun 2007 dan pada saat penelitian dilakukan telah beroperasi selama lebih dari 17 tahun, sehingga termasuk kategori kapal yang cukup tua. Bagian bawah kapal dirancang dengan konstruksi double bottom dan tangki-tangki ballast yang berfungsi menjaga

keseimbangan dan stabilitas kapal selama beroperasi.

Berdasarkan dokumen resmi kapal, tercatat bahwa pengedokan resmi terakhir kapal berlangsung sekitar lima bulan sebelum kebocoran terdeteksi pada Maret 2025. Sesuai ketentuan klasifikasi kapal yang berlaku (Biro Klasifikasi Indonesia, 2023), pengedokan berikutnya diwajibkan pada siklus lima tahunan berikutnya. Rentang waktu yang relatif singkat antara pengedokan terakhir dengan terdeteksinya kebocoran mengindikasikan bahwa proses korosi pada area double bottom dapat berkembang cukup cepat, bahkan dalam jeda antara jadwal pemeriksaan berkala kapal.

Kronologi Kejadian Kebocoran

Kebocoran yang dialami SPB Hexen Argo 002 tidak terjadi secara tiba-tiba, melainkan berkembang secara bertahap dalam tiga fase. Fase pertama (20 Maret 2025), tanda awal muncul saat kapal berlayar di perairan Banda: kapal terlihat miring ke kiri dan dari sounding diketahui ada penambahan air di tangki ballast kiri padahal tidak ada kegiatan pengisian; pompa ballast dijalankan dan kondisi masih dapat dikendalikan. Fase kedua (21 Mei 2025), kondisi memburuk: kemiringan kapal bertambah dan air yang masuk sudah lebih banyak dari yang bisa dikeluarkan pompa, sehingga awak kapal meningkatkan upaya penanganan dan berkoordinasi dengan pihak darat. Fase ketiga (26 Mei 2025), dilakukan pemeriksaan lebih mendalam: air di tangki ballast 3 disedot menggunakan pompa celup melalui manhole, dan setelah tangki relatif kosong terlihat aliran air keluar dari manhole yang menghubungkan tangki ballast dengan ruang double bottom, sehingga diketahui sumber kebocoran berada di area tersebut.



Gambar 1. Aliran Air dari Ruang Double Bottom dan Proses Dewatering Menggunakan Pompa Celup (Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2025)

Chief Officer bersama Second Engineer kemudian masuk langsung ke dalam ruang double bottom melalui manhole untuk memastikan lokasi kebocoran. Karena ruang tersebut merupakan ruang terbatas (confined space) dengan akses cahaya minim dan kadar oksigen yang perlu diperhatikan, awak kapal menggunakan alat bantu pernapasan berupa kompresor udara dengan selang dan regulator. Dari inspeksi langsung inilah titik kebocoran berhasil ditemukan, dan hasilnya diperkuat oleh inspeksi bawah air menggunakan kamera oleh penyelam, yang menunjukkan lubang dengan tepi tidak rata dan terkikis tidak beraturan tanpa tanda-tanda deformasi mekanis.

Hasil Wawancara

Wawancara dilakukan kepada enam narasumber (Nahkoda, Chief

Officer, Second Officer, Chief Engineer, Second Engineer, dan Third Engineer) dengan sepuluh pertanyaan mencakup penyebab, penanganan, koordinasi, hingga saran ke depan. Seluruh narasumber sepakat bahwa penyebab utama kebocoran adalah korosi pada bagian double bottom lambung kapal akibat usia kapal yang sudah cukup lama, bukan benturan maupun kandas. Proses menemukan sumber kebocoran menjadi tahap paling krusial, yaitu saat Chief Officer dan Second Engineer masuk langsung ke ruang double bottom dan melihat sendiri dari mana air masuk. Seluruh awak kapal dari anjungan hingga kamar mesin terlibat aktif dalam penanganan, dan yang cukup menonjol adalah kreativitas tim mesin dalam membuat alat penambalan sendiri dari bahan yang tersedia di kapal, karena tidak ada alat standar yang tersedia.



Gambar 2. Alat Penambalan Modifikasi Awak Kapal dari Plat Baja, Karet, dan Dongkrak (Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2025)

Penyebab Terjadinya Kebocoran Lambung (Pembahasan Rumusan Masalah 1)

Berdasarkan hasil wawancara, observasi, dan bukti visual dari inspeksi bawah air, penyebab kebocoran dianalisis berdasarkan empat kemungkinan penyebab yang telah diuraikan pada tinjauan pustaka, yaitu tubrukan, kandas, korosi, dan usia kapal.

Korosi pada pelat lambung merupakan penyebab dominan. Hasil wawancara dari seluruh narasumber menunjukkan bahwa penyebab utama kebocoran adalah korosi, didukung bukti visual dari foto bawah air yang memperlihatkan lubang dengan tepi tidak rata dan terkikis tidak beraturan, berbeda dengan pola kerusakan akibat benturan yang menghasilkan deformasi berupa lekukan dan robekan yang lebih teratur di sekitar titik benturan (Suvica et al., 2022). Karyono et al. (2017) menjelaskan bahwa korosi pada lambung kapal dapat menembus ketebalan pelat dalam waktu relatif singkat apabila lapisan pelindung (coating) sudah tidak bekerja dengan baik. Terdeteksinya kebocoran dalam rentang waktu sekitar lima bulan setelah pengedokan terakhir menunjukkan bahwa korosi pada pelat yang telah mengalami penipisan akibat usia dapat berkembang sangat cepat, bahkan dalam jeda antara jadwal pemeriksaan berkala, meskipun jenis korosi secara spesifik tidak dapat dipastikan tanpa pengujian metalurgi lebih lanjut.

Usia kapal turut memperberat kondisi ini. Kapal sudah beroperasi lebih dari 17 tahun ketika kebocoran terjadi. Irianto (2024) menjelaskan bahwa kapal yang sudah tua lebih mudah mengalami korosi karena paparan jangka panjang, dan kelelahan material membuat ketahanan pelat semakin menurun; seluruh narasumber dari sisi mesin juga menyebut usia kapal

sebagai penyebab yang memperparah kondisi ini.

Riwayat kandas pada tahun sebelumnya tidak menjadi penyebab langsung. Kapal pernah mengalami kandas ringan, namun kerusakannya hanya berupa penyok pada beberapa bagian lambung tanpa kebocoran, dan seluruh kerusakan tersebut telah diperbaiki pada pengedokan berikutnya. Foto bawah air juga tidak menunjukkan tanda tekukan atau retakan berpola di titik bocor, sehingga riwayat kandas tidak dapat dijadikan penyebab langsung, meski tetap relevan sebagai konteks karena proses perbaikan penyok di galangan berpotensi meninggalkan area coating yang kurang sempurna.

Tubrukan tidak terbukti sebagai penyebab. Tidak satu pun narasumber menyebutkan kejadian tubrukan atau benturan, dan tidak ditemukan bukti fisik berupa retakan berpola atau tekukan yang menjadi ciri khas kerusakan benturan mekanis, sehingga faktor ini disingkirkan dari analisis.

Berdasarkan analisis terhadap keempat kemungkinan penyebab tersebut, kebocoran lambung SPB Hexen Argo 002 didominasi oleh korosi agresif sebagai penyebab utama yang diperkuat oleh usia kapal, dengan riwayat kandas berperan sebagai konteks tidak langsung dan tubrukan tidak terbukti berdasarkan seluruh data yang dikumpulkan.

Upaya Penanggulangan Kebocoran Lambung dan Kesesuaiannya dengan IMO MSC.1/Circ.1245 (Pembahasan Rumusan Masalah 2)

Perbandingan antara ketujuh prosedur IMO MSC.1/Circ.1245 dengan pelaksanaan yang dilakukan awak kapal SPB Hexen Argo 002 disajikan pada Tabel 1.

Prosedur	Pelaksanaan Awak Kapal	Sesuai?
UM-01 Penilaian situasi & tindakan awal	Nahkoda siagakan awak, kurangi kecepatan, lapor ke darat.	Ya
UM-02 Penutupan bukaan kedap air	Bukaan ditutup; manhole dibuka sementara untuk inspeksi, lalu ditutup lagi.	Ya*
UM-03 Identifikasi lokasi & kerusakan	Sounding rutin; inspeksi langsung ke double bottom (26 Mei 2025) temukan titik bocor.	Ya
UM-04 Operasi pemompaan (dewatering)	Pompa ballast dipakai; kapasitas kurang saat Mei 2025 sehingga ditambah pompa celup.	Ya, kendala kapasitas
UM-05 Penyeimbangan kapal	Kalkulasi stabilitas, transfer ballast ke sisi berlawanan, koordinasi kantor pusat.	Ya
UM-06 Komunikasi & koordinasi	Nahkoda lapor ke perusahaan pelayaran pemilik kapal sejak deteksi awal; koordinasi internal baik.	Ya
UM-07 Pemantauan berkelanjutan	Sounding, draft, dan sudut kemiringan dicatat rutin sampai kondisi terkendali.	Ya

Tabel 1. Perbandingan Prosedur IMO MSC.1/Circ.1245 dengan Pelaksanaan Awak Kapal SPB Hexen Argo 002 (Sumber: Analisis Peneliti, 2026)

*Manhole dibuka sementara khusus untuk keperluan inspeksi dan penambalan, kemudian ditutup kembali.

Dari tabel perbandingan di atas, enam dari tujuh prosedur IMO MSC.1/Circ.1245 berhasil dilaksanakan dengan baik oleh awak kapal, yaitu penilaian situasi, penutupan bukaan kedap air, identifikasi lokasi kerusakan, penyeimbangan kapal, komunikasi dan koordinasi, serta pemantauan berkelanjutan. Satu prosedur, yaitu operasi pemompaan, sesuai dengan pedoman namun menghadapi kendala kapasitas sehingga membutuhkan penambahan pompa celup sebagai solusi lapangan, sejalan dengan perkembangan riset

yang menekankan pentingnya kapasitas pemompaan dan pemantauan proteksi katodik yang memadai pada kapal-kapal berusia lanjut (Hukoro & Khosyi'in, 2025). Di fase pertama Maret 2025, penilaian situasi dan pemompaan berjalan efektif; ketika fase kedua Mei 2025 kondisi memburuk, awak kapal beralih ke skenario isolasi kompartemen sesuai pedoman; dan pada fase ketiga 26 Mei 2025, inspeksi langsung ke double bottom berhasil mengidentifikasi sumber kebocoran dengan akurat dan langsung ditindaklanjuti dengan penambalan.

Terkait manhole yang sempat dibiarkan terbuka pada awal fase ketiga, secara teori semua bukaan kedap air harus segera ditutup, namun dalam kondisi nyata di lapangan manhole yang terbuka tersebut justru menjadi kunci untuk mengidentifikasi sumber kebocoran karena memberikan akses langsung ke ruang double bottom, dan ditutup kembali segera setelah fungsi inspeksi dan penambalan selesai. Hal ini menunjukkan bahwa dalam situasi darurat, kadang dibutuhkan penyesuaian prosedur selama tujuan akhirnya tetap tercapai, yaitu keselamatan kapal dan seluruh awak.

Kreativitas awak kapal dalam membuat alat penambalan sendiri dari plat baja, karet, dongkrak, dan semen terbukti cukup efektif meski kondisi ruang kerja sangat terbatas. Tidak tersedianya alat penambalan standar di kapal menjadi catatan penting yang perlu diperhatikan ke depannya, terutama untuk kapal-kapal yang sudah berumur dan memiliki risiko kebocoran lebih tinggi. Secara keseluruhan, keberhasilan awak kapal SPB Hexen Argo 002 menjaga kapal tetap mengapung dan seluruh awak selamat selama lebih dari dua bulan dalam kondisi kebocoran aktif menjadi bukti nyata bahwa koordinasi dan penerapan prosedur yang dilakukan sudah cukup efektif, meskipun perbaikan permanen di galangan tetap diperlukan agar masalah ini dapat diselesaikan secara tuntas.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu menjadi perhatian dalam memaknai temuan di atas. Pertama, penelitian menggunakan desain studi kasus tunggal pada satu kapal sehingga temuan mengenai penyebab dan pola penanganan kebocoran tidak dapat digeneralisasi secara langsung ke seluruh kapal sejenis tanpa mempertimbangkan konteks operasional masing-masing. Kedua, penentuan korosi sebagai penyebab dominan didasarkan pada observasi visual dan keterangan narasumber, tanpa didukung pengujian metalurgi atau pengukuran ketebalan pelat secara instrumental, sehingga jenis korosi secara spesifik tidak dapat dipastikan. Ketiga, data wawancara bersifat retrospektif (mengingat kembali kejadian yang telah berlalu) sehingga berpotensi

mengandung bias ingatan narasumber. Keterbatasan-keterbatasan ini terbuka untuk ditindaklanjuti pada penelitian selanjutnya, misalnya melalui pengujian laboratorium terhadap sampel pelat, integrasi sistem pemantauan korosi berbasis IoT (Hukoro & Khosyi'in, 2025), atau studi multi-kasus pada beberapa kapal sejenis

E. Kesimpulan

Kebocoran lambung SPB Hexen Argo 002 disebabkan oleh dua penyebab utama. Pertama, korosi pada pelat lambung di bagian double bottom yang menjadi penyebab paling dominan; foto inspeksi bawah air mengkonfirmasi keberadaan lubang pada pelat alas luar double bottom, dan seluruh narasumber sepakat bahwa penyebabnya adalah korosi, bukan benturan mekanis. Kedua, usia kapal yang sudah lebih dari 17 tahun menyebabkan kelelahan material pada pelat lambung sehingga ketahanannya terhadap korosi semakin menurun. Riwayat kandas tidak menjadi penyebab langsung namun berkontribusi sebagai konteks tidak langsung melalui kemungkinan ketidaksempurnaan perbaikan di galangan, sedangkan tubrukan tidak terbukti berdasarkan seluruh data wawancara, observasi, maupun dokumentasi visual yang dikumpulkan.

Awak kapal SPB Hexen Argo 002 melaksanakan enam dari tujuh prosedur IMO MSC.1/Circ.1245 secara penuh, yaitu penilaian situasi dan tindakan awal, penutupan bukaan kedap air, identifikasi lokasi kerusakan melalui inspeksi langsung ke ruang double bottom, penyeimbangan kapal, komunikasi dan koordinasi dengan pihak darat, serta pemantauan berkelanjutan. Satu prosedur, yaitu operasi pemompaan, dilaksanakan sesuai pedoman namun menghadapi kendala kapasitas sehingga memerlukan penambahan pompa celup sebagai solusi lapangan. Yang paling menonjol dari penanganan ini adalah inisiatif inspeksi langsung ke ruang double bottom yang berhasil mengonfirmasi sumber kebocoran, serta kreativitas awak kapal dalam membuat alat penambalan modifikasi dari plat baja, karet, dan dongkrak. Keberhasilan mempertahankan kondisi kapal tetap terkendali selama lebih dari dua bulan dalam kondisi kebocoran aktif membuktikan bahwa koordinasi dan penerapan prosedur penanganan darurat yang dilakukan sudah cukup efektif, meskipun perbaikan permanen di galangan tetap diperlukan untuk menyelesaikan masalah secara tuntas.

Berdasarkan temuan tersebut, disarankan kepada pemilik kapal dan perusahaan pelayaran untuk melakukan pemeriksaan dan perawatan kondisi lambung kapal secara rutin dan terjadwal, terutama pada bagian yang paling rawan terhadap korosi, termasuk pemeriksaan kondisi coating secara berkala, serta melengkapi kapal dengan peralatan penambalan darurat

yang memadai sehingga awak kapal tidak perlu membuat alat penambalan sendiri saat terjadi kebocoran di lapangan. Kepada awak kapal disarankan agar pemantauan kondisi lambung dilakukan lebih proaktif dan tidak hanya mengandalkan sounding saat kondisi sudah terasa tidak normal, termasuk pengecekan visual berkala pada area rawan korosi di dalam tangki ballast dan ruang double bottom, serta pemahaman prosedur confined space entry yang benar mengingat ruang tersebut merupakan ruang terbatas yang berbahaya

DAFTAR PUSTAKA

Afandi, K. Y., Arief, I. S., & Amiadji. (2015). Analisa laju korosi pada pelat baja karbon dengan variasi ketebalan coating. Jurnal Teknik ITS, 4(1), G1-G5.

Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa. (2016). Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

Biro Klasifikasi Indonesia. (2023). Rules for classification of ships: Part 1, Section 3 Survey requirements. BKI.

Budianto, T., Supangat, & Kuncowati. (2025). Analisis kerusakan tutup palka terhadap kontruksi ruang muat kapal pada MV Oriental Jade. Jurnal Sains dan Teknologi Maritim, 26(1), 112-125.

Fadli, M. R. (2021). Memahami desain metode penelitian kualitatif. Humanika, Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum, 21(1), 33-54.

Hendrayana, D. C. Z., Siahaan, R. N., & Rahayu, T. (2023). Upaya mengatasi situasi kapal kandas pada kapal MT. Yellow Park di outer buoy Sungai Musi. Ship Operation Engineering Proceeding, 1, 67-72.

Hukoro, A., & Khosyi'in, M. (2025). Sistem monitoring impressed current cathodic protection berbasis IoT untuk lambung kapal. Cyclotron: Jurnal Teknik Elektro, 8(1), 48-55.

Ikhwani, R. J., Hariyono, Syadzali, A. M., Alamsyah, & Syahab, H. (2025). Analisa kekuatan konstruksi double bottom kapal akibat perubahan ukuran manhole sebagai upaya untuk meningkatkan keselamatan pelayaran di ALKI II. Construction and Material Journal, 7(2), 163-171.

International Maritime Organization. (2007). MSC.1/Circ.1245: Guidelines for Damage Control Plans and information to the master. IMO Publishing.

Irianto, A. W. (2024). Analisis robeknya lambung kapal HT. SEA JAGUAR 1. Karya Ilmiah Terapan. Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Karyono, T., Budianto, & Pamungkas, R. G. (2017). Analisis teknik pencegahan korosi pada lambung kapal dengan variasi sistem pencegahan ICCP dibandingkan dengan SACP. Jurnal Pendidikan Profesional, 6(1), 7-17.

Kurniawan, W. D., & Periyanto. (2018). Proses sandblasting dan

coating pada kapal di PT. Dok Perkapalan Surabaya. Journal of Mechanical Engineering and Applications, 13(2), 44-53.

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). Qualitative data analysis: A methods sourcebook (3rd ed.). Sage Publications.

Mulyawanto, N. C., Santosa, A. W. B., & Amiruddin, W. (2025). Analisa pengaruh salinitas dan derajat keasaman air laut terhadap laju korosi aluminium 5083 sebagai pelat lambung kapal. Jurnal Teknik Perkapalan, 13(3).

Prasetyo, S., Budiarto, U., & Amiruddin, W. (2019). Analisa laju korosi pada material alumunium 5083 menggunakan media air laut sebagai aplikasi bahan lambung kapal. Jurnal Teknik Perkapalan, 7(4), 161-167.

Raihan, R. F., Bakti, R. K., Ulyana, S., Rahmawati, D., & Budiman, F. (2023). Pengembangan purwarupa sistem monitoring dan proteksi logam menggunakan metode sacrificial anode cathodic protection berbasis internet of things (IoT). Jurnal Teknologi, 11(1), 15-24.

Sofian, M., Putra, A. Y. W., Sabrina, D. N., Ayu, V., Robidin, M. A., Alkarim, M. F., & Hidayat, W. (2022). Perlindungan korosi di perkapalan. Jurnal Pendidikan Teknik Mesin, 22(2), 50-56.

Sugiyono. (2020). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Alfabeta.

Suryadi, F. D., Syafiq, M. I., Mumtaz, F. I., Hartawan, M. B., & Sahara, S. (2023). Analisis spesifikasi kerusakan lambung kapal yang melakukan perbaikan di PT Dok dan Perkapalan Kodja Bahari Galangan II. Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, 9(13), 264-271.

Suvica, J. R., Zakki, A. F., & Samuel, S. (2022). Analisis tubrukan pada haluan kapal SPOB ADELINE 1459GT dengan oil tanker MT KUANG 5263GT menggunakan elemen hingga. Jurnal Teknik Perkapalan, 10(3), 1-10.