

**PENANGANAN KEBOCORAN *BALLAST TANK* PADA SAAT
KAPAL BERLAYAR DARI JAKARTA KE PADANG DI MV.
LAGUN MAS**



AFRIZAL HALMING

21.41.093

NAUTIKA

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

**PENANGANAN KEBOCORAN *BALLAST TANK* PADA SAAT
KAPAL BERLAYAR DARI JAKARTA KE PADANG DI MV.
LAGUN MAS**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Pelayaran



AFRIZAL HALMING

NIT: 21.41.093

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

SKRIPSI

**PENANGANAN KEBOCORAN *BALLAST TANK* PADA SAAT
KAPAL BERLAYAR DARI JAKARTA KE PADANG DI MV.
LAGUN MAS**

Disusun dan Diajukan Oleh

AFRIZAL HALMING

NIT : 21.41.093

Telah Dipertahankan di Depan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal 19 September 2025

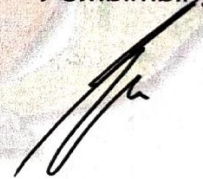
Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Capt. Masrupah, S.Si.T., M.Adm.S.D.A., M.Mar
NIP. 198001102008122001



Capt. Sigit Hendra Wakista, M.Si
NIP.

Mengetahui :

a.n Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur 1

Ketua Program Studi Nautika



Capt. Faisal Saransi, MT., M.Mar
NIP. 197503291999031002



Subehana Rachman, S.A.P., M.Adm.S.D.A
NIP. 197809082005022001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, karunia, serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“PENANGANAN KEBOCORAN BALLAST TANK PADA SAAT KAPAL BERLAYAR DARI JAKARTA KE PADANG DI MV. LAGUN MAS”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi ketentuan memperoleh Ijazah Diploma IV pada Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada pengalaman nyata yang penulis peroleh selama melaksanakan praktik kerja di atas kapal, serta melalui referensi dari berbagai literatur yang relevan dengan topik penelitian. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyajian skripsi ini masih terdapat kekurangan, baik dari aspek bahasa, sistematika penulisan, maupun kedalaman pembahasan materi.

Oleh karena itu, demi penyempurnaan karya ini ke depannya, penulis dengan rendah hati mengharapkan kritik, saran, serta masukan yang membangun dari para pembaca. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi tambahan pengetahuan bagi semua pihak yang berkepentingan di bidang pelayaran dan perawatan kapal.

Melalui kata pengantar ini pula, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Capt. Rudi, M.Pd, Selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Ibu Subehana Rachman, S.A.P, M.Adm.S.D.A selaku Ketua Jurusan Nautika.
3. Ibu Masrupah, S.Si.T., M.Adm.S.D.A., M.Mar Selaku Dosen Pembimbing 1.
4. Capt. Sigit Hendra Waskita, M.Si, Selaku Dosen Pembimbing 2.

5. Para Staf Pengajar dan Karyawan-Karyawati Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
6. Nakhoda MV. Lagun Mas beserta Crewnya.
7. Ayah Bunda dan Saudara-saudara tercinta yang telah banyak membantu baik dalam bentuk materi maupun bantuan doa.
8. Rekan-rekan taruna / taruni angkatan XLII PIP Makassar yang turut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Dan kekasih saya tercinta yang telah membantu saya hingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan permohonan maaf apabila dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan atau hal-hal yang kurang berkenan. Penulis berharap semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat serta menambah wawasan bagi para pembaca pada umumnya, dan khususnya menjadi sumber pengalaman dan pembelajaran berharga bagi penulis sendiri.

Penulis



AFRIZAL HALMING

21.41.093

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : AFRIZAL HALMING

NIT : 21.41.093

Program Studi : NAUTIKA

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

“PENANGANAN KEBOCORAN *BALLAST TANK* PADA SAAT KAPAL BERLAYAR DARI JAKARTA KE PADANG DI MV. LAGUN MAS”

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam skripsi ini, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 19 September 2025



AFRIZAL HALMING
NIT. 21.41.093

ABSTRAK

AFRIZAL HALMING,2025. Penanganan Kebocoran Ballast Tank Pada Saat Kapal Berlayar Dari Jakarta ke Padang di MV.Lagun Mas (Dibimbing oleh Masrupah. dan Sigit Hendra Waskita.)

Penelitian ini membahas mengenai penanganan kebocoran ballast tank pada kapal MV. Lagun Mas saat berlayar dari Jakarta ke Padang. Kebocoran ballast tank merupakan masalah serius yang dapat mengancam keselamatan kapal, muatan, dan awak kapal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab terjadinya kebocoran ballast tank serta upaya penanganan yang dilakukan di kapal tersebut.

Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan pengumpulan data melalui observasi langsung dan wawancara terhadap kru kapal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebocoran ballast tank disebabkan oleh kurangnya pengetahuan dan pengalaman awak kapal, serta tidak teraturnya jadwal dok kapal yang mengakibatkan korosi pada lambung kapal. Penanganan kebocoran dilakukan dengan prosedur yang meliputi pengosongan ballast tank, penambalan sementara menggunakan bahan seperti semen dan plat besi, serta perawatan berkala melalui jadwal dok yang teratur.

Hasil dari penelitian ini menekankan pentingnya peningkatan keterampilan dan pengalaman awak kapal serta pelaksanaan jadwal dok kapal secara rutin untuk mencegah dan mengatasi kebocoran ballast tank. Penanganan darurat dilakukan dengan cara pengosongan tangki, penambalan sementara menggunakan semen dan flat besi, serta pemantauan ketat terhadap stabilitas. Rekomendasi diberikan kepada perusahaan pelayaran untuk melakukan seleksi dan pelatihan ketat bagi awak kapal serta memastikan perawatan kapal berjalan sesuai jadwal guna menjaga keselamatan dan kelayakan kapal selama berlayar.

Kata Kunci: *Pelatihan Awak Kapal, Penanganan Kebocoran Tangki Ballast, Korosi.*

ABSTRACT

AFRIZAL HALMING, 2025. Handling of Ballast Tank Leakage When the Ship is Sailing from Jakarta to Padang on MV. Lagun Mas. Diploma IV Thesis, Makassar Maritime Polytechnic (Supervised by Masrupah. and Sigit Hendra Waskita.)

This research discusses the handling of ballast tank leakage on the MV. Lagun Mas ship while sailing from Jakarta to Padang. Ballast tank leakage is a serious problem that can threaten the safety of the ship, cargo, and crew. The purpose of this research is to determine the causes of ballast tank leakage and the handling efforts carried out on the ship.

The research method used is qualitative with data collection through direct observation and interviews with the ship's crew. The results showed that ballast tank leakage was caused by a lack of knowledge and experience of the crew, as well as irregular ship docking schedules which resulted in corrosion on the ship's hull. Leakage handling is carried out with procedures including emptying the ballast tank, temporary patching using materials such as cement and iron plates, and regular maintenance through regular docking schedules.

The results of this study emphasize the importance of improving the skills and experience of the ship's crew, as well as implementing regular dry-docking schedules to prevent and address ballast tank leaks. Emergency handling is carried out by emptying the tank, temporarily patching with cement and iron plates, and closely monitoring stability. Recommendations are given to shipping companies to carry out strict selection and training for ship crews and ensure ship maintenance runs on schedule to maintain the safety and feasibility of the ship while sailing.

Keywords: *Corrosion, Crew Training, Handling of Ballast Tank Leakage.*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
LEMBAR PENGAJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Penyebab dan Penanganan Kebocoran	6
B. <i>Ballast</i>	17
C. Kapal	22
D. Kerangka Pikir	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
A. Jenis Penelitian	26
B. Devinisi Operasional Variable	26
C. Teknik Pengumpulan Data	27
D. Teknik Analisis Data	28
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	30

A. Tempat dan Waktu Penelitian	30
B. Hasil Penelitian	32
C. Pembahasan	36
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	52
A. Kesimpulan	52
B. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
RIWAYAT HIDUP	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 MV. Lagun Mas	30
Gambar 4.2 Safety Meeting	44
Gambar 4.3 Letak Kebocoran	45
Gambar 4.4 Menutup	46
Gambar 4.5 Menutup Kebocoran Dengan Semen	47

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal merupakan salah satu sarana transportasi laut yang digunakan untuk berbagai kegiatan, salah satunya dalam bidang perniagaan. Berdasarkan fungsinya, kapal memiliki beragam jenis, antara lain kapal penumpang, kapal ro-ro, kapal barang, kapal peti kemas, kapal curah, dan kapal tanker atau kapal pengangkut minyak. Sebelum dioperasikan untuk pelayaran, setiap kapal wajib memenuhi persyaratan kelaiklautan laut. Untuk memastikan hal tersebut, perlu dilakukan survei oleh Badan Klasifikasi Indonesia (BKI), lembaga yang memperoleh wewenang langsung dari Pemerintah Indonesia untuk melakukan klasifikasi terhadap kapal niaga berbendera Indonesia. Keberadaan BKI bertujuan untuk menilai dan menjamin apakah sebuah kapal layak atau tidak untuk berlayar dari satu pelabuhan ke pelabuhan lainnya. Dengan terpenuhinya klasifikasi yang ditetapkan, pemilik kapal maupun awak kapal akan memperoleh berbagai manfaat, di antaranya kepastian bahwa seluruh bagian konstruksi kapal telah sesuai dengan standar kelaiklautan laut yang berlaku.

Oleh karena itu, kapal yang telah memenuhi seluruh persyaratan kelaiklautan berhak melakukan pelayaran dalam kondisi yang aman dan sesuai dengan ketentuan tujuan pelayaran sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 6 (a). Dalam ketentuan tersebut dijelaskan bahwa pelayaran dilakukan dengan memperhatikan seluruh aspek kehidupan masyarakat serta diarahkan untuk memperlancar mobilitas orang dan/atau barang secara massal melalui jalur perairan dengan cara yang selamat, aman, cepat, lancar, tertib, dan teratur.

Keselamatan menjadi aspek utama dalam dunia pelayaran. Segala hal yang dapat mengancam keselamatan baik terhadap awak kapal (crew), kapal itu sendiri, maupun muatan harus segera mendapatkan perhatian dan penanganan yang tepat. Dalam kaitannya dengan hal tersebut, Badan Klasifikasi Indonesia (BKI) menetapkan sejumlah kriteria yang wajib dipenuhi dalam proses klasifikasi kapal agar kapal dapat dinyatakan laik untuk berlayar. Salah satu kriteria penting dalam klasifikasi tersebut adalah kondisi dan fungsi ruang tangki *ballast* (tangki tolak bara) yang menjadi bagian vital dari struktur kapal.

Dilihat dari aspek konstruksi kapal laut, pelat lambung kapal merupakan bagian pertama yang bersentuhan langsung dengan air laut. Area ini, baik pada bagian bawah permukaan air maupun di atas permukaan air, sangat rentan mengalami korosi. Terjadinya korosi pada pelat lambung dapat menyebabkan penurunan kekuatan struktur kapal, berkurangnya umur operasional, serta menurunkan kecepatan dan tingkat keselamatan kapal beserta muatan maupun penumpangnya. Untuk menghindari kerusakan yang lebih parah akibat korosi pada pelat lambung, diperlukan tindakan perawatan dan pemeliharaan rutin agar kapal tetap dalam kondisi laik laut dan aman digunakan.

Ballast tank atau tangki tolak bara merupakan komponen penting pada kapal yang berfungsi menjaga kestabilan kapal, baik ketika sedang berlayar maupun saat proses bongkar muat berlangsung. Tangki ini berperan dalam memastikan agar baling-baling (*propeller*) tetap berada di bawah permukaan air sehingga kapal dapat beroperasi secara optimal. Pengisian atau pengosongan *ballast tank* dilakukan dengan menyesuaikan kondisi dan kebutuhan keseimbangan kapal pada saat tertentu.

Berdasarkan pengalaman peneliti selama melaksanakan praktek laut di atas kapal MV. Lagun Mas pada titik kordinat 06°00'04''S 104°35'12''E tanggal 27 Juni 2024 dari pelabuhan awal Tg. Priok tujuan Padang terdapat keadaan darurat yaitu kebocoran *ballast tank* pada lambung kapal dimana adanya seorang juru mudi yang lalai dalam menjalankan tugasnya. Kejadian itu terjadi karena juru mudi yang bertugas jaga pada waktu itu kurang perhatian terhadap tugasnya sebagai juru mudi jaga yaitu membiarkan tangki *ballast* terisi penuh atau *over flow* yang semestinya pada soundingan 90 cm pompa distop. Mengingat usia kapal yang sudah tua dan kekuatan plat pada tangki *ballast* pada bagian bawah tidak dapat lagi menahan beban yang berat, sehingga kebocoran pada tangki *ballast* dapat terjadi jika kapasitas pengisian pada tangki *ballast* terus-menerus terisi penuh dengan tidak menyesuaikan ketentuan yang telah ditetapkan diatas kapal.

Peneliti bermaksud untuk melakukan identifikasi dan analisis lebih lanjut mengenai **“PENANGANAN KEBOCORAN BALLAST TANK PADA SAAT KAPAL BERLAYAR DARI JAKARTA KE PADANG DI MV. LAGUN MAS”** Penelitian ini difokuskan untuk mengidentifikasi penyebab dan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya kebocoran serta menganalisis upaya yang dilakukan dalam proses penanganannya.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka penulis merumuskan rumusan masalah dalam bentuk pertanyaan sebagai berikut:

1. Apa yang menyebabkan kebocoran *ballast tank* pada saat kapal berlayar dari Jakarta ke Padang di MV. Lagun Mas?
2. Bagaimana upaya penanganan kebocoran *ballast tank* pada saat kapal berlayar dari Jakarta ke Padang di MV. Lagun Mas?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian skripsi yang berjudul “Penanganan Kebocoran *Ballast Tank* (Tangki Tolak Bara) pada Saat Kapal Berlayar dari Jakarta ke Padang di MV. Lagun Mas” ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui penyebab terjadinya kebocoran *ballast tank* pada saat berlayar dari Jakarta ke Padang di MV. Lagun Mas.
2. Untuk mengetahui bagaimana upaya penanganan kebocoran *ballast tank* yang dilakukan pada saat kapal berlayar dari Jakarta ke Padang di MV. Lagun Mas.

D. Manfaat Penelitian

Melalui pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis berharap hasil yang diperoleh dapat memberikan manfaat baik dari segi teoretis maupun praktis, yang dijabarkan sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Penelitian ini diharapkan dapat memperluas wawasan dan pengetahuan bagi masyarakat umum, khususnya pembaca, mengenai tangki *ballast* (tangki tolak bara) pada kapal, serta menambah pemahaman tentang cara penanganan kebocoran tangki ballast yang dapat terjadi pada kapal jenis *container* (peti kemas).
 - b. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan pengetahuan teoretis terkait penanganan kebocoran tangki ballast sehingga permasalahan tersebut dapat diatasi dengan tepat, sekaligus menjaga kondisi muatan tetap aman selama pelayaran.
2. Manfaat Praktis
 - a. Menyediakan informasi tambahan mengenai sistem tangki ballast, permasalahan yang sering muncul, serta langkah penanganan yang dilakukan ketika terjadi kebocoran pada MV. *Lagun Mas*.

- b. Memberikan saran dan rekomendasi praktis dalam menghadapi kebocoran tangki *ballast* selama kapal beroperasi di laut, sehingga hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam penerapan tindakan perawatan dan perbaikan di lapangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penyebab dan Penanganan Kebocoran

Menurut Tri Mukti, Febi (2018:10–12), kebocoran diartikan sebagai suatu kondisi pada suatu objek, baik yang berbentuk ruang tertutup maupun wadah penyimpanan, yang mengalami kerusakan struktural seperti munculnya celah, retakan, atau lubang. Kerusakan ini mengakibatkan terjadinya perpindahan zat baik berupa gas, cairan, maupun padatan yang seharusnya berada dan tertahan di dalam ruang tersebut, keluar melalui celah atau retakan yang terbentuk akibat kerusakan.

Berdasarkan definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa ketika terjadi kebocoran, diperlukan tindakan penanganan segera agar permasalahan dapat diminimalkan dan tidak menimbulkan dampak lanjutan. Langkah penanganan yang tepat bertujuan mencegah munculnya masalah baru yang mungkin terjadi apabila kebocoran dibiarkan tanpa perbaikan. Secara umum, penanganan dapat diartikan sebagai serangkaian upaya yang dilakukan oleh individu maupun kelompok untuk mengatasi suatu kondisi atau situasi yang berpotensi menimbulkan gangguan atau kerusakan lebih lanjut.

Untuk melakukan penanganan kebocoran secara efektif, terlebih dahulu perlu dilakukan identifikasi terhadap jenis-jenis kebocoran yang mungkin terjadi. Adapun jenis-jenis kebocoran menurut Tri Mukti, Febi (2018:15-19) adalah sebagai berikut :

1. Kebocoran dalam stadium rendah

Jenis kebocoran ini tergolong sulit untuk dideteksi, karena umumnya terjadi pada dinding tangki yang telah menua atau memiliki umur pakai yang cukup lama sejak pertama kali dibuat. Kebocoran

semacam ini biasanya muncul pada tangki yang lembap serta tidak lagi memiliki tingkat kedap air ataupun gas yang baik. Meskipun tidak tampak adanya aliran atau tetesan cairan secara langsung, kebocoran ini ditandai dengan berkurangnya volume cairan secara perlahan, sehingga zat cair dapat mengalir atau berpindah dari bagian tangki yang bocor menuju area lain yang masih utuh.

2. Kebocoran dalam stadium sedang

Kebocoran jenis ini umumnya disebabkan oleh adanya celah atau retakan kecil pada dinding maupun atap tangki (*tank top*) yang memungkinkan zat cair keluar atau masuk melalui bagian tersebut. Untuk mendeteksi adanya kebocoran, selain dengan pemeriksaan visual secara langsung, dapat dilakukan pengujian dengan penyoundingan pada setiap tangki. Apabila nilai ullage yaitu jarak vertikal antara permukaan cairan dan bagian atas tangki meningkat, hal tersebut menunjukkan kemungkinan telah terjadi kebocoran. Selanjutnya, untuk menentukan lokasi kebocoran, dilakukan pemeriksaan langsung pada area tangki. Jika ditemukan rembesan cairan, maka area tersebut dapat diindikasikan sebagai titik kebocoran dan perlu segera diberi tanda untuk dilakukan penanganan lebih lanjut.

3. Kebocoran dalam stadium tinggi

Jenis kebocoran ini tergolong mudah terdeteksi oleh awak kapal yang sedang bertugas, karena umumnya ditandai dengan terjadinya robekan atau lubang berukuran besar pada konstruksi tangki. Kondisi tersebut menyebabkan aliran fluida, baik yang masuk maupun keluar dari tangki, terjadi dalam volume besar dan dalam rentang waktu yang relatif singkat, sehingga memerlukan tindakan penanganan segera untuk mencegah kerusakan lebih lanjut dan gangguan terhadap stabilitas kapal

Setiap kapal memiliki risiko tenggelam apabila terjadi kebocoran pada badan kapal yang menyebabkan air laut masuk ke dalam ruang kapal. Kebocoran dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti tabrakan, kandas, ledakan di dalam kapal, atau kurangnya perawatan terhadap pelat lambung yang mengalami korosi. Peristiwa-peristiwa tersebut cukup sering terjadi dalam operasional kapal. Secara umum, dampak utama dari kebocoran kapal meliputi:

1. Penurunan gaya apung dan perubahan trim kapal, Kondisi ini terjadi ketika gaya apung kapal menurun akibat masuknya air ke dalam ruang atau tangki tertentu, yang menyebabkan distribusi berat dan keseimbangan kapal terganggu. Apabila keadaan tersebut tidak segera dikendalikan, kapal dapat mengalami risiko tenggelam tanpa terbalik (*foundering*) atau tenggelam dengan posisi menukik, yang umumnya diawali dari bagian haluan kapal.
2. Penurunan stabilitas melintang dan peningkatan momen oleng kapal, Keadaan ini menunjukkan adanya penurunan kemampuan kapal untuk kembali ke posisi semula setelah miring akibat gaya luar, seperti gelombang atau angin. Jika penurunan stabilitas ini tidak segera diatasi, momen oleng kapal akan meningkat secara signifikan, sehingga kapal berpotensi terbalik (*capsizing*) dan akhirnya tenggelam.

Apabila kapal tidak dilengkapi dengan sekat-sekat kedap air, baik memanjang maupun melintang, maka kebocoran yang terjadi hampir pasti akan menyebabkan kapal tenggelam secara total.

Berdasarkan teori yang disampaikan oleh Ir. Moch. Bakri, Ir. I Gusti Made Santoso, dan Ir. Yoswan Yusuf Sarjono dalam jurnal Wijaya, H. H. (2021) mengenai kebocoran pada *ballast*, dijelaskan bahwa kebocoran merupakan kondisi ketika air laut memasuki salah

satu ruang (*compartment*) di dalam kapal akibat adanya kerusakan atau kebocoran pada ruang tersebut, ataupun karena faktor lain yang memungkinkan air masuk ke dalam bagian dalam kapal. Dalam kajian ini dijelaskan pula bahwa volume air yang masuk dianggap tidak signifikan apabila dibandingkan dengan kapasitas ruang muat (*carer*) kapal. Selain itu, kebocoran pada lambung yang memiliki kedalaman kurang dari 6 inci dapat dianalisis menggunakan rumus stabilitas awal kapal, karena pengaruhnya terhadap keseimbangan kapal masih tergolong kecil.

Dalam konteks ini, air yang masuk ke dalam tangki akibat kebocoran dianggap sebagai muatan berupa zat cair. Untuk memahami dampak kebocoran secara lebih jelas, dapat dijelaskan melalui ketentuan berikut:

1. Masuknya air ke dalam kapal menyebabkan berkurangnya volume perpindahan air (*displacement*) kapal. Sebagai contoh, apabila total volume perpindahan air kapal semula sebesar 1000 m^3 , kemudian terjadi kebocoran pada salah satu ruang kapal dengan volume air masuk 100 m^3 , maka volume perpindahan air berkurang menjadi 900 m^3 . Karena berat kapal secara keseluruhan tidak berubah, kapal akan menambah sarat (*draft*) untuk menyeimbangkan kekurangan displacement tersebut.
2. Selain terjadi penambahan sarat, kebocoran juga dapat menyebabkan perubahan *trim* atau kemiringan lambung kapal. Apabila air masuk ke dalam ruangan kosong, maka volume ruang yang terisi air sebanding dengan selisih lapisan air antara garis air kapal sebelum dan sesudah kebocoran, dikurangi dengan volume ruang bagian dalam kapal yang bocor. Secara umum, kebocoran pada kapal menimbulkan berbagai kerugian, baik terhadap struktur kapal itu sendiri, muatan yang diangkut, maupun keselamatan awak kapal yang bertugas di dalamnya.

Menurut Basiu Yusman (2015:9), penanganan atau penanggulangan kebocoran merupakan suatu bentuk tindakan atau upaya yang dilakukan untuk mengatasi terjadinya kebocoran pada suatu objek. Dalam konteks penelitian ini, tindakan tersebut diterapkan pada tangki *ballast* (tangki tolak bara) sebagai langkah untuk mengendalikan dan memperbaiki kondisi kebocoran agar tidak menimbulkan gangguan terhadap stabilitas dan keselamatan kapal. Terjadinya kebocoran menunjukkan adanya ketidaksesuaian kondisi operasional dengan keadaan yang seharusnya, sehingga berpotensi menimbulkan dampak negatif. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah penanganan guna menghilangkan atau setidaknya meminimalkan risiko yang dapat timbul. Proses penanganan kebocoran tidak boleh dilakukan secara seadanya atau formalitas semata, tetapi harus dilaksanakan secara optimal dan sistematis agar dapat diperoleh solusi yang efektif. Dengan demikian, penanganan yang tepat akan menghasilkan hasil akhir yang maksimal serta menjamin keselamatan dan keandalan sistem kapal. Adapun beberapa upaya penanganan kebocoran yang dapat dilakukan antara lain sebagai berikut:

1. Pengosongan air tolak bara (*water ballast*)

Proses pengosongan air pada tangki *ballast* (tangki tolak bara) yang mengalami kebocoran dilakukan sebagai langkah pencegahan agar air laut tidak masuk ke dalam ruang palka muatan (peti kemas). Kondisi ini perlu segera ditangani karena situasi laut yang buruk, seperti gelombang tinggi dan arus kuat, dapat menyebabkan kapal mengalami kemiringan (*oleng*) sehingga meningkatkan risiko air masuk ke palka. Selama proses pengosongan tangki *ballast* yang bocor, tangki-tangki lainnya harus dimonitor dan diatur pengisiannya dengan tetap memperhatikan kemiringan kapal melalui clinometer. Langkah ini bertujuan untuk mencegah terjadinya *free surface effect*, yaitu kondisi ketika permukaan bebas cairan dalam tangki menyebabkan penurunan stabilitas kapal.

- a. Berdasarkan pendapat Basui Yusman (2015:11), proses pengosongan air pada suatu ruang atau wadah memiliki tujuan tertentu, salah satunya yaitu untuk mengevaluasi kondisi ruang tersebut, apakah masih berada dalam keadaan baik dan layak digunakan. Melalui proses ini, dapat diketahui sejauh mana tingkat kededapan air (*watertightness*) suatu ruang, sehingga dapat dijadikan tolak ukur kelayakan ruang tersebut untuk tetap digunakan atau memerlukan perbaikan lebih lanjut.
- b. Sementara itu, menurut Hakan Akyuz (2019:675–683), pengosongan air dilakukan dengan tujuan menguji dan memastikan kinerja pompa dalam keadaan yang masih berfungsi dengan baik atau tidak. Selain itu, kegiatan ini juga berfungsi untuk memeriksa keandalan sistem kontrol otomatis, termasuk panel dan tombol pompa yang berada di ruang mesin kapal. Dengan demikian, ketika tangki perlu dikosongkan, seluruh sistem pompa dapat beroperasi secara optimal dan siap digunakan sesuai kebutuhan operasional kapal.

2. Penambalan

Penulis dengan sengaja memilih metode penambalan sebagai teknik penanganan kebocoran pada tangki *ballast* saat kapal berada dalam kondisi berlayar. Pemilihan metode ini dipertimbangkan karena lokasi kebocoran berada di area tepi *tank top* atau di bagian dasar palka, yang tidak tertutup oleh muatan peti kemas, sehingga memungkinkan dilakukannya proses perbaikan langsung di lokasi kebocoran. Menurut Basui Yusman (2015:16), terdapat dua metode utama yang umum digunakan untuk melakukan penambalan kebocoran pada tangki *ballast* (tangki tolak bara), yaitu sebagai berikut:

- a. Kebocoran kecil pada *ballast tank* (tangki tolak bara) Apabila terjadi kebocoran berukuran kecil pada *ballast tank*, baik di bagian tank top maupun di area lainnya, maka penanganan

dapat dilakukan dengan metode penambalan menggunakan campuran semen. Teknik ini efektif untuk menutup celah kecil secara sementara agar air laut tidak terus masuk ke dalam tangki.

- b. Kebocoran besar pada *ballast tank* (tangki tolak bara) Untuk kebocoran berukuran besar, langkah yang dilakukan adalah mengganti (*replace*) bagian pelat tangki yang rusak dengan lembaran pelat baru. Dalam proses penggantian pelat tersebut, terdapat beberapa hal penting yang harus diperhatikan, antara lain: memastikan tidak terdapat muatan yang bersifat mudah terbakar atau bereaksi terhadap panas dan listrik, seperti minyak atau bahan kimia mudah meledak. Selain itu, selama proses pengelasan, harus disiapkan peralatan pemadam kebakaran berjenis air (*fire fighting equipment*) untuk mengontrol suhu area kerja, khususnya pada bagian tangki yang terkena panas las. Di samping itu, diperlukan pula sistem ventilasi atau blower guna menjaga sirkulasi udara yang memadai, sehingga awak kapal yang melakukan proses penambalan di dalam ruang palka tetap mendapatkan pasokan oksigen yang cukup. Seluruh prosedur tersebut dilakukan untuk menjamin keselamatan kerja selama proses perbaikan berlangsung.

Dalam upaya mencegah korosi pada lambung kapal, salah satu metode yang digunakan adalah proteksi katodik dengan *sacrificial anode*. Prinsip kerja metode ini didasarkan pada reaksi elektrokimia dalam sel korosi basah, di mana anoda berfungsi sebagai logam yang akan terkorosi terlebih dahulu, sedangkan katoda tetap terlindungi dari korosi. Anoda yang dipasang dan dihubungkan pada struktur kapal berperan untuk memberikan perlindungan efektif terhadap korosi. Umumnya, logam seng (Zn) dan aluminium (Al) digunakan sebagai material anoda di area laut karena sifat elektrokimianya yang sesuai.

Perlindungan yang diberikan oleh anoda seng akan optimal apabila logam tersebut larut secara konstan dalam air laut. Seng murni yang mengalami korosi akan membentuk lapisan tipis bersifat kedap air, yang berfungsi membatasi aliran arus listrik. Namun demikian, karena tingkat kelarutan seng relatif rendah, kelebihan logam yang terkorosi dapat membentuk partikel-partikel terpisah. Fenomena tersebut memunculkan sel galvanik lokal yang menghasilkan lapisan seng hidroksida atau seng karbonat yang bersifat tidak menghantarkan listrik, sehingga efisiensi anoda seng menurun.

Dalam kondisi normal, aluminium cenderung mengalami korosi sumuran (*pitting corrosion*) di lingkungan air laut, disebabkan oleh terbentuknya lapisan oksida bersifat katodik yang melapisi permukaan logam ketika terkena udara terbuka. Namun, dengan penambahan elemen paduan tertentu, pembentukan lapisan oksida dapat dicegah sehingga aktivitas galvanik tetap berlangsung. Paduan aluminium memiliki rasio energi listrik terhadap berat yang lebih tinggi dibandingkan dengan paduan seng. Karena itu, pada berbagai aplikasi, terutama di industri lepas pantai, paduan aluminium kini banyak digunakan menggantikan paduan seng untuk proteksi korosi.

Hasil pengujian menggunakan metode uji celup (*immersion test*) menunjukkan bahwa potensial perlindungan terhadap baja karbon yang diberikan oleh paduan aluminium lebih negatif dibandingkan dengan paduan seng. Hal ini berarti arus galvanik yang dihasilkan oleh paduan aluminium lebih besar, sehingga efektivitas proteksinya pun lebih tinggi. Kinerja yang lebih baik tersebut disebabkan oleh minimnya unsur pengotor seperti besi, tembaga, dan timbal pada paduan aluminium, di mana unsur-unsur tersebut umumnya terdapat pada paduan seng. Selain itu, penambahan seng dan indium dalam paduan aluminium dapat menghambat terbentuknya lapisan oksida menyeluruh yang dapat menghalangi aliran arus galvanik antara anoda dan katoda.

Perlu diketahui bahwa semakin luas permukaan struktur yang dilindungi, maka akan meningkatkan arus galvanik yang diperlukan, sehingga kapasitas anoda berkurang lebih cepat dan laju konsumsi material anoda meningkat. Secara keseluruhan, paduan aluminium menunjukkan kinerja yang lebih unggul dibandingkan dengan paduan seng dalam sistem proteksi katodik menggunakan *sacrificial anode*.

Menurut Ahmad Rendy (2019), penanganan terhadap kebocoran lubang pada lambung kapal dapat diklasifikasikan menjadi dua kondisi utama sesuai dengan kebutuhan penanganannya.

1. Penindakan secara sementara

Secara sementara ialah penambalan lubang kebocoran pada lambung yang bersifat darurat saja guna mengestimasi kondisi darurat yang lebih sungguh- sungguh, kekuatan tambalan tidak bisa bertahan lama serta masih berpotensi terjadi kebocoran lagi.

Terdapat dua metode untuk tindakannya, yaitu:

- a. Penambalan Menggunakan Pelat Ganda atau Batang Baja, Metode ini dilakukan dengan cara menutup area kebocoran menggunakan potongan pelat baja yang sebelumnya telah dilapisi karet ban untuk menciptakan segel yang rapat. Proses pemasangan dilakukan dengan bantuan baut berbentuk T yang dikencangkan menggunakan mur, sehingga terbentuk kondisi kedap air (*watertight*). Teknik penambalan ini umumnya diterapkan pada kebocoran yang terjadi di bagian lambung kapal yang berada di atas atau di sekitar garis air (*waterline*), khususnya saat kapal dalam kondisi bermuatan penuh, di mana perbaikan hanya dapat dilakukan dari sisi luar lambung kapal.
- b. Metode Penyemenan (*Cementing Method*), Dalam metode ini, lubang kebocoran ditutup menggunakan potongan kayu yang telah disesuaikan dengan ukuran lubang untuk mengurangi laju masuknya air ke dalam kapal. Jika masih terdapat rembesan air,

area tersebut akan ditaburi bubuk semen, yang akan mengeras saat bereaksi dengan air laut dan menutup celah kebocoran secara menyeluruh. Teknik penyemenan umumnya digunakan untuk menangani kebocoran pada bagian lambung di bawah garis air hingga ke area lunas kapal, dengan proses perbaikan dilakukan dari sisi dalam lambung guna menjaga kestabilan dan keamanan selama perbaikan berlangsung.

2. Penindakan secara permanen

Penanganan secara permanen merupakan proses perbaikan kebocoran pada lambung kapal dengan metode pengelasan (*welding*) menggunakan pelat baru hingga mencapai kondisi kedap air dan bersifat tetap. Melalui metode ini, bagian pelat yang telah mengalami korosi dapat dikembalikan menjadi utuh seperti semula. Biasanya, tindakan ini dilakukan setelah sebelumnya diadakan penambalan sementara pada saat kebocoran pertama kali terjadi. Proses pengelasan permanen tersebut dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

- a. Penggantian pelat baru (*Replating*), Merupakan metode perbaikan kebocoran dengan cara memotong bagian pelat di sekitar lubang yang telah mengalami korosi atau pengikisan hingga ketebalan pelat berkurang lebih dari 20% dari kondisi awal, atau sudah dianggap tidak layak pakai. Bagian tersebut kemudian diganti dengan potongan pelat baru yang disambung melalui proses pengelasan hingga benar-benar kedap air.
- b. Pendobelan pelat (*Doubling Welding*), Dilakukan dengan menempelkan pelat baru di atas area yang bocor tanpa melakukan pemotongan pada pelat lama di sekitar lubang. Pelat tambahan tersebut kemudian dilas secara menyeluruh agar mencapai kondisi kedap dan mampu menahan tekanan air dengan baik.

Kebocoran pada tangki kapal umumnya disebabkan oleh proses korosi yang menimbulkan penipisan pada pelat tangki. Kondisi ini mengakibatkan munculnya celah atau lubang yang memungkinkan terjadinya kebocoran. Penanganan terhadap kebocoran tersebut dapat dilakukan melalui dua cara utama, yaitu penggantian pelat tangki dan penambalan pelat tangki.

1. Penggantian Pelat Tangki

Pada kapal dengan usia operasional yang sudah tua, penggantian atau penambahan pelat pada tangki *ballast* perlu dilakukan untuk mencegah potensi kebocoran. Tindakan ini umumnya dilaksanakan ketika kapal menjalani proses *docking* yang dilakukan secara berkala, biasanya setiap dua tahun sekali. Pergantian pelat dilakukan melalui proses pengelasan, karena sambungan las dianggap memiliki kualitas lebih baik dibandingkan dengan sambungan keling. Keunggulan sambungan las antara lain memiliki kekuatan yang lebih tinggi, menghasilkan sambungan yang lebih kedap air, proses pengerjaan yang relatif mudah, serta menghasilkan permukaan lambung kapal yang lebih halus dan rata.

2. Penambalan Pelat Tangki

Kebocoran pada pelat tangki dapat terjadi akibat korosi yang menyebabkan pelat menipis dan akhirnya berlubang. Upaya penambalan dilakukan dengan menggunakan pelat besi atau baja yang memiliki spesifikasi serupa dengan pelat kapal. Pelat tersebut biasanya dilubangi pada bagian tengah untuk memasukkan batang besi berulir berbentuk *T* atau *L*, yang berfungsi sebagai pengait dengan bagian pelat yang bocor. Sebelum proses penambalan, area yang mengalami kebocoran dibersihkan menggunakan *scraper* dan sikat baja hingga bebas dari karat, kemudian dikeringkan dengan *majun*. Setelah itu, area tersebut dilapisi dengan lem epoksi dan besi berulir dipasang serta dikencangkan bersama pelat penambal. Proses penutupan akhir dilakukan menggunakan

campuran bahan *Aqua Fix* dan *Aqua Filler* agar permukaan kedap air dan tahan terhadap tekanan.

B. Ballast (Tolak Bara)

Menurut M. Gagas (2019:3–5), ballast atau tolak bara merupakan sistem penting pada kapal yang memiliki fungsi utama untuk mengatur stabilitas dan keseimbangan kapal, baik ketika kapal sedang berlayar di laut maupun saat melakukan kegiatan bongkar muat di pelabuhan. Sistem ballast berperan dalam menyesuaikan distribusi berat kapal agar posisi kapal tetap seimbang dan aman di berbagai kondisi muatan serta situasi operasional selama pelayaran.

1. *Ballast tank* (Tangki tolak bara)

Menurut Kris De Baere, Helen Verstraelen, Philippe Rigo, Van Passel, Lenaerts, dan Potters (2013:32), tangki *ballast* (*ballast tank*) merupakan ruang tangki yang berfungsi sebagai pemberat kapal untuk menjaga kestabilan dan keseimbangan selama beroperasi. Tangki ini dibuat dari material baja yang dilapisi pelindung anti-korosi, sehingga dapat mengurangi risiko kerusakan akibat proses korosi dalam jangka waktu tertentu, bergantung pada tingkat dan kualitas perawatan yang diterapkan.

Secara konstruktif, tangki *ballast* biasanya terletak di antara lambung luar dan lambung dalam kapal, tepat di bawah palka muatan (*cargo hold*). Agar sistem ballast dapat berfungsi secara optimal, diperlukan perawatan rutin serta penerapan standar keselamatan dan teknis yang telah ditetapkan oleh *International Maritime Organization* (IMO). Organisasi ini menetapkan bahwa setiap kapal wajib memenuhi klasifikasi serta persyaratan teknis tertentu agar dapat dinyatakan layak beroperasi secara aman dan efisien di perairan internasional.

Menurut Fang Wang, Mian Wu, Genqi Tian, Zhe Jiang, dan Shun Zhang (2019:68–73), tangki ballast merupakan komponen

struktural utama kapal yang dibangun menggunakan material baja berkekuatan tinggi, dengan tingkat kekerasan dan ketahanan yang sebanding dengan bahan konstruksi kapal selam. Jenis baja tersebut dianggap ideal untuk pembuatan tangki *ballast* karena memiliki kemampuan menahan tekanan tinggi (*high pressure*), sehingga mampu menjaga integritas struktur kapal saat berada di bawah pengaruh beban air laut dan tekanan dinamis selama beroperasi. Dengan demikian, tangki *ballast* dapat berfungsi secara optimal tanpa mengalami kebocoran meskipun mendapatkan tekanan dari air laut maupun gaya dinamis kapal.

Tangki *ballast* berperan penting dalam sistem pengimbangan kapal. Umumnya, kapal memiliki satu tangki utama yang terletak di bagian tengah atau beberapa tangki di sisi kiri dan kanan kapal. Kapal berukuran besar biasanya dilengkapi dengan beberapa jenis tangki pengimbang, seperti tangki lunas ganda (*double bottom tank*), tangki sisi (*side tank*), serta tangki bagian haluan dan buritan. Fungsi utama tangki *ballast* adalah menurunkan pusat gravitasi kapal dan meningkatkan *draft* (kedalaman garis air kapal). Pusat gravitasi yang rendah diperlukan agar kapal lebih stabil, sementara peningkatan *draft* membantu menenggelamkan baling-baling secara optimal untuk menghasilkan daya gerak yang efisien.

Tangki *ballast* dapat diisi maupun dikosongkan untuk menyesuaikan keseimbangan kapal sesuai kebutuhan. Kapal yang membawa muatan dalam jumlah besar biasanya mengosongkan sebagian air *ballast* untuk menyesuaikan beban, sedangkan saat membawa muatan ringan, kapal akan mengisi tangki *ballast* agar tetap stabil ketika berlayar.

Tangki *ballast* merupakan salah satu komponen penting pada struktur dasar kapal yang berfungsi untuk menampung cairan sebagai pemberat guna menjaga stabilitas kapal. Cairan *ballast* yang ditempatkan di dalam tangki ini berperan dalam mengatur

keseimbangan berat kapal, baik secara membujur maupun melintang. Selain itu, tangki *ballast* juga memiliki fungsi untuk menurunkan titik berat kapal sehingga kestabilan dapat terjaga, serta membantu proses *trimming* (penyetelan keseimbangan trim) dan *uprighting* (menegakkan posisi kapal) melalui sistem pemompaan yang terintegrasi.

Dengan demikian, tangki *ballast* merupakan komponen dasar dalam struktur kapal yang berisi cairan sebagai pemberat guna menjaga keseimbangan dan kestabilan kapal. Sistem *ballast* ini berfungsi menurunkan titik berat kapal, menstabilkan posisi kapal, serta membantu proses *trimming* (penyesuaian keseimbangan longitudinal kapal). Ketika kapal sedang berlayar, tangki *ballast* biasanya dikosongkan, namun saat proses bongkar muat dilakukan, tangki *ballast* diisi untuk membantu menjaga kestabilan kapal agar tidak mengalami kemiringan atau kehilangan keseimbangan.

2. *Ballast system* (Sistem tolak bara)

Menurut Agustriani, Purwiyanto, dan Suteja (2017:11), sistem *ballast (ballast system)* atau yang sering disebut sebagai sistem tolak bara, merupakan komponen vital pada kapal yang berfungsi untuk menjaga kestabilan, keseimbangan, dan keamanan kapal selama beroperasi. Melalui sistem ini, distribusi berat kapal dapat dikendalikan agar posisi kapal tetap stabil, baik dalam kondisi berlayar di laut terbuka maupun saat berlabuh dan melakukan kegiatan bongkar muat di pelabuhan. Kesadaran akan pentingnya sistem ini mendorong *International Maritime Organization (IMO)* untuk menetapkan regulasi khusus yang mengatur tentang sistem *ballast*, yang kemudian dimasukkan ke dalam ketentuan SOLAS (*Safety of Life at Sea*). Dalam konvensi SOLAS tersebut, diatur berbagai aspek yang berkaitan dengan keselamatan kapal, termasuk mengenai konstruksi sistem *ballast* baik dari sisi desain, instalasi, maupun fungsi operasionalnya. Selain itu, SOLAS juga

mewajibkan dilakukannya inspeksi berkala oleh Badan Klasifikasi sebagai otoritas yang berwenang, guna memastikan sistem *ballast* tetap dalam kondisi layak dan aman digunakan.

Menurut H. Demirel, E. Akyuz, E. Celik, dan Alarcin (2019:675–683), sistem ballast berperan penting dalam menjaga keseimbangan dan stabilitas kapal, baik pada saat kapal sedang berlayar di laut maupun ketika melakukan kegiatan bongkar muat di pelabuhan. Sistem ini memastikan agar trim dan stabilitas kapal tetap berada dalam kondisi aman dan optimal, sehingga kapal dapat beroperasi secara efisien serta memenuhi standar keselamatan pelayaran yang berlaku. Sistem ini memungkinkan kapal mempertahankan keseimbangan meskipun terjadi perubahan distribusi muatan atau kondisi lingkungan laut. Sebelum dan selama pelayaran, seluruh bagian struktur kapal, termasuk sistem ballast, diperiksa secara rutin agar potensi kerusakan dapat segera terdeteksi dan diperbaiki. Pemeriksaan berkala ini penting tidak hanya bagi pemilik kapal, tetapi juga bagi awak dan pihak pengelola kapal sebagai bagian dari upaya pemeliharaan keselamatan dan efisiensi operasional.

Secara teknis, sistem ballast berfungsi untuk menyeimbangkan posisi kapal baik dalam kondisi *trim* (kemiringan depan dan belakang) maupun *heel* (kemiringan ke samping). Sistem ini bekerja dengan cara memasukkan air laut ke dalam tangki *ballast* sebagai pemberat, sehingga kapal dapat kembali dalam posisi stabil. Proses pengisian dan pengosongan air pada sistem *ballast* dikendalikan oleh sistem pompa *ballast* yang digunakan untuk menyesuaikan tingkat kemiringan dan sarat kapal akibat perubahan beban muatan. Pipa *ballast* biasanya dipasang pada beberapa bagian tangki kapal, seperti tangki ceruk depan dan belakang (*fore peak tank* dan *after peak tank*), tangki dasar ganda (*double bottom tank*), tangki dalam (*deep tank*), serta tangki sisi (*side tank*). Air

ballast yang ditempatkan pada tangki ceruk depan dan belakang digunakan untuk mengatur keseimbangan longitudinal kapal (*trim*), sedangkan pengisian pada tangki dasar ganda dan tangki dalam bertujuan menjaga sarat air kapal agar tetap optimal. Tangki sisi digunakan untuk menstabilkan keseimbangan kapal secara lateral (kiri-kanan). Sistem pengisian dan pembuangan air ballast menggunakan saluran pipa yang sama, dan kinerjanya dikontrol melalui *stop valve* atau katup pengatur. Secara umum, berat total air ballast yang diperlukan untuk menjaga keseimbangan kapal berkisar antara 10% hingga 20% dari total *displacement* kapal, tergantung pada jenis, ukuran, dan kondisi operasional kapal tersebut.

a. Tangki *ballast*

Tangki ballast berfungsi menjaga kestabilan kapal baik saat berlayar maupun ketika melakukan proses bongkar muat. Ketika kapal sedang memuat penuh, tangki *ballast* biasanya dalam keadaan kosong. Namun, saat kegiatan bongkar muat dilakukan di pelabuhan, tangki *ballast* mulai diisi air seiring dengan berkurangnya muatan untuk menjaga keseimbangan kapal agar tetap stabil dan proses bongkar muat dapat berjalan dengan aman serta efisien.

b. Pipa *Ballast*

Sistem perpipaan pada ballast dirancang di dalam tangki, mulai dari *sea chest* (saluran laut) yang mengarah ke pompa, dan sebagian sistem juga memungkinkan pengisian langsung ke tangki melalui proses *ballasting by gravity* (pengisian dengan gaya gravitasi). Dari pompa, aliran diteruskan menuju *main valve block* yang terletak di ruang pompa dan kemudian disalurkan ke masing-masing tangki *ballast*. Pada setiap tangki terdapat dua jenis katup utama, yaitu *suction valve* yang berfungsi untuk pengisian atau pengosongan air *ballast* dari

tangki, dan *stripper valve* yang digunakan untuk menyedot sisa air di dasar tangki secara maksimal.

c. Pompa *Ballast*

Sistem pemompaan *ballast* pada umumnya menggunakan jenis pompa sentrifugal (*centrifugal pump*) yang dirancang khusus untuk mengalirkan air laut. Air laut dialirkan ke dalam kapal melalui instalasi *sea chest valve*, yakni sistem perpipaan yang menembus kulit kapal pada bagian dasar (*bottom hull*). Sistem ini dilengkapi dengan katup jenis *non-return valve* (katup satu arah) yang berfungsi untuk mencegah aliran balik air laut ke dalam sistem, sehingga menjaga kestabilan tekanan dan keamanan komponen lainnya. Katup tersebut umumnya terbuat dari bahan logam tahan korosi, seperti *cast steel* atau *bronze*, agar mampu bertahan dalam lingkungan air laut yang bersifat korosif. Setelah melewati katup pengatur aliran, air laut kemudian dialirkan melalui strainer atau saringan, yang berfungsi untuk menyaring kotoran, partikel padat, maupun benda asing lainnya. Penyaringan ini bertujuan untuk melindungi sistem pompa agar tetap bekerja dengan baik serta mencegah terjadinya kerusakan atau penyumbatan pada komponen pompa dan jaringan pipa sistem *ballast*.

C. Kapal

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 tentang Pelayaran, kapal diartikan sebagai kendaraan air yang memiliki beragam bentuk dan jenis, yang dapat digerakkan dengan tenaga mekanik, tenaga angin, tenaga manusia, maupun sistem daya apung dinamis. Pengertian ini juga mencakup kendaraan yang dapat beroperasi di bawah permukaan air, serta alat apung atau bangunan terapung yang memiliki kemampuan untuk bergerak atau berpindah dari satu tempat ke tempat lain sesuai fungsinya dalam kegiatan pelayaran.

Menurut S. Palembang, A. Luasunaung, dan Pangalila (2013:3), kapal merupakan alat transportasi laut yang apabila dimanfaatkan secara tepat dapat memberikan kontribusi langsung terhadap peningkatan perekonomian masyarakat. Kapal tidak hanya berfungsi sebagai sarana transportasi, tetapi juga sebagai alat untuk kegiatan produktif seperti penangkapan ikan dan pemanfaatan sumber daya kelautan lainnya. Pemanfaatan kapal dengan cara tersebut dinilai sangat relevan dengan kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau, di mana konektivitas antarwilayah dan pengelolaan sumber daya laut menjadi faktor penting bagi kesejahteraan masyarakat.

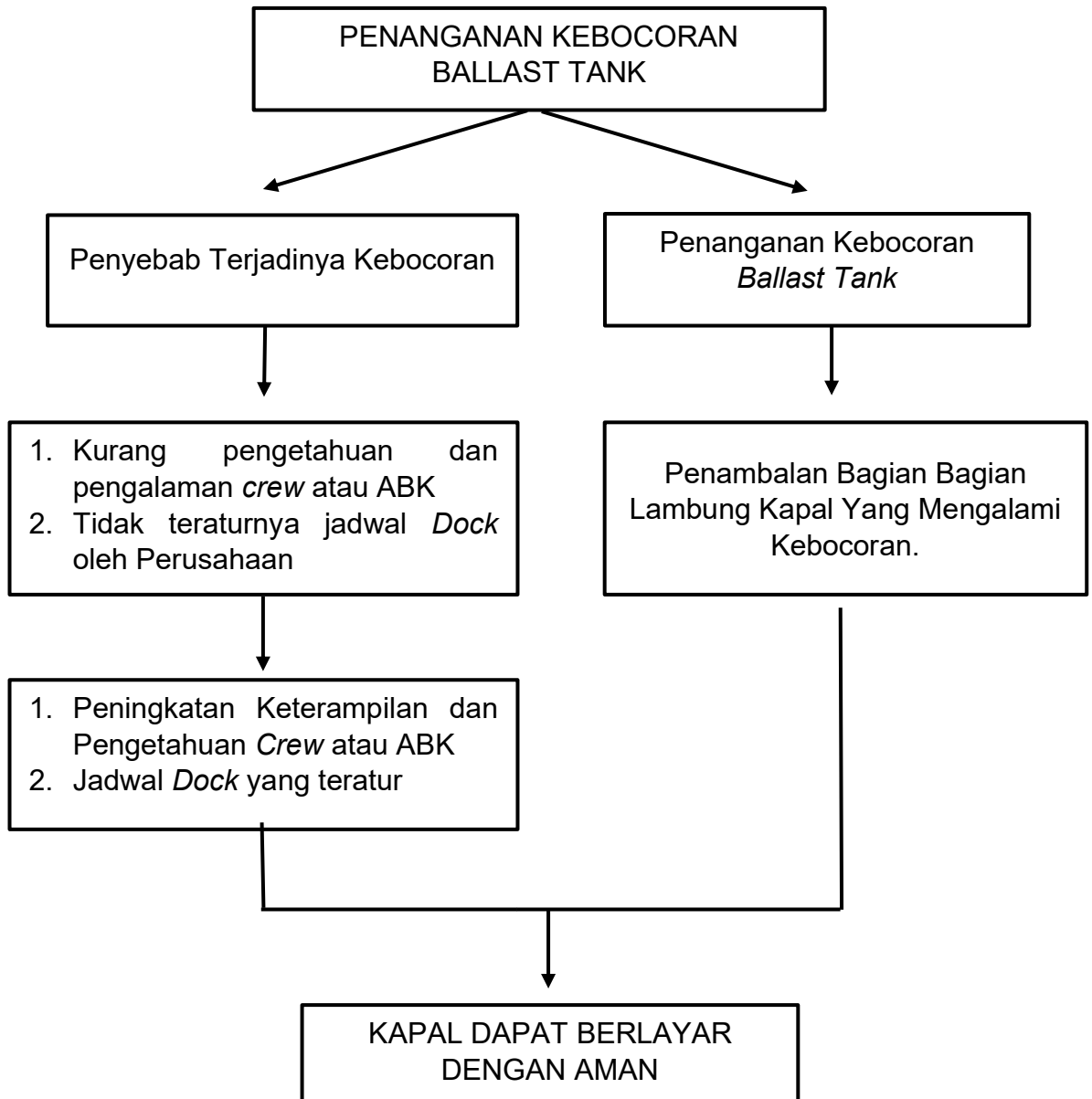
D. Kerangka Pikir

Dalam upaya mempermudah penyusunan skripsi, penulis menyusun kerangka pikir secara sistematis agar dapat menyederhanakan alur pemikiran dan membantu pembaca memahami maksud serta tujuan penelitian dengan lebih mudah. Seluruh uraian yang terdapat dalam kerangka pikir ini disusun berdasarkan hasil penelitian deskriptif, yaitu dengan memaparkan secara jelas berbagai peristiwa dan temuan yang dialami selama pelaksanaan praktik laut di MV. Lagun Mas.

Proses penyusunan kerangka pikir diawali dengan kegiatan pengumpulan data di lapangan, kemudian data tersebut diolah dan disusun secara sistematis untuk menemukan alternatif pemecahan masalah yang relevan dengan rumusan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Salah satu fokus utama dalam penelitian ini adalah sistem *ballast tank* atau tangki tolak bara, yang memiliki peranan vital dalam menjaga kestabilan kapal. Fungsi utama *ballast tank* adalah menjaga keseimbangan kapal terhadap gangguan dari luar, seperti ombak besar maupun hembusan angin kencang, baik ketika kapal berlayar di perairan domestik maupun internasional.

Kerangka pikir yang disusun secara sistematis ini diharapkan dapat menggambarkan dengan jelas alur logika penelitian, sekaligus menunjukkan hubungan antara masalah, analisis, dan solusi yang diajukan. Metode deskriptif digunakan untuk menjelaskan secara rinci kondisi nyata yang terjadi di lapangan selama kegiatan praktik laut. Apabila tangki tolak bara mengalami kebocoran ketika kapal sedang berlayar, penanganan harus dilakukan secara cepat, tepat, dan menyesuaikan dengan kondisi operasional kapal di lautan. Penanganan yang tidak tepat dapat menimbulkan risiko serius, seperti kerusakan atau kebasahan pada muatan di dalam palka. Oleh karena itu, bagian ini memberikan gambaran mengenai pentingnya tindakan penanganan yang efektif terhadap kebocoran ballast tank, sehingga penulis dapat menyajikan kerangka pikir penelitian yang mendasari seluruh proses analisis dan pembahasan dalam skripsi ini.

Tabel 2.1 : Kerangka Pikir



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang diterapkan dalam studi ini adalah penelitian kualitatif, yang bertujuan untuk menghasilkan data deskriptif berupa penjelasan tertulis mengenai objek yang menjadi fokus kajian. Dalam pelaksanaannya, pengumpulan data dilakukan secara langsung di lapangan melalui pendekatan observatif dan wawancara dengan narasumber yang memiliki pengalaman serta pengetahuan mendalam terkait topik penelitian. Selain itu, informasi tambahan juga diperoleh dari dokumentasi dan pengamatan langsung terhadap proses penanganan kebocoran yang terjadi di kapal.

Penelitian ini bersifat eksplanatif, yaitu berupaya menjelaskan fenomena yang terjadi dengan cara mengembangkan konsep dan mengumpulkan fakta-fakta yang relevan. Fokus utamanya adalah menganalisis data yang diperoleh di kapal serta menguraikan fenomena yang ditemukan di lokasi penelitian. Seluruh data yang terkumpul kemudian dianalisis secara kualitatif, dan hasilnya disajikan secara deskriptif, sesuai dengan kondisi nyata yang ditemukan di lapangan.

B. Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel merupakan seperangkat panduan yang menjelaskan secara rinci mengenai hal-hal yang perlu diamati serta cara mengukur suatu variabel atau konsep, guna memastikan ketepatan dan kelengkapan dalam pengujian. Dalam konteks penelitian ini, variabel yang dikaji meliputi: kebocoran *ballast tank*, proses penanganan kebocoran, tingkat pengetahuan dan pengalaman awak kapal (ABK), serta jadwal docking kapal.

1. Kebocoran *Ballast Tank*

Kondisi di mana air laut atau cairan lain masuk ke dalam *ballast tank* kapal melalui celah, retakan, atau kerusakan pada struktur tanki. Kebocoran ini dapat disebabkan oleh korosi, keausan, atau kelalaian dalam pengoperasian.

2. Penanganan Kebocoran

Proses dan prosedur yang dilakukan untuk mengatasi kebocoran pada *ballast tank*, termasuk langkah-langkah seperti pengosongan tank, penambalan dengan bahan seperti semen dan plat besi, serta perawatan berkala untuk mencegah kebocoran lebih lanjut.

3. Pengetahuan dan Pengalaman Awak Kapal

Tingkat pemahaman dan keterampilan yang dimiliki oleh kru kapal, termasuk pengetahuan tentang pemeliharaan kapal dan prosedur pengoperasian *ballast tank*. Ini mencakup pelatihan formal dan pengalaman praktis di lapangan.

4. Jadwal Dok Kapal

Rencana atau jadwal yang ditetapkan untuk melakukan perawatan dan pemeriksaan berkala terhadap kapal, termasuk *ballast tank*. Jadwal ini harus diikuti untuk memastikan kapal tetap dalam kondisi layak laut dan mencegah terjadinya kerusakan.

C. Teknik Pengumpulan Data

Dalam proses penyusunan dan penyelesaian skripsi ini, dibutuhkan data yang akurat, valid, dan relevan sebagai dasar analisis terhadap pokok pembahasan serta permasalahan penelitian. Untuk memperoleh data tersebut, penulis menggunakan metode pengumpulan data yang disesuaikan dengan pengalaman langsung selama bekerja di atas kapal, sehingga hasil yang diperoleh bersifat

faktual dan kontekstual. Adapun tahapan pengumpulan data yang dilakukan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Metode Lapangan (*Field research*), yaitu penelitian yang dilakukan dengan cara mengadakan peninjauan langsung pada objek yang diteliti. Data dan informasi dikumpulkan melalui :
 - a. Observasi (Pengamatan Langsung) Metode ini dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung di lapangan, khususnya ketika penulis melaksanakan praktik laut di atas kapal MV. Lagun Mas. Tujuannya adalah untuk memperoleh gambaran nyata mengenai kondisi operasional kapal, termasuk prosedur penanganan kebocoran tangki *ballast*.
 - b. Wawancara (*Interview*) Teknik wawancara digunakan untuk mengumpulkan data secara langsung melalui tanya jawab dengan perwira kapal, khususnya Mualim (*Chief Officer*), yang memiliki pengetahuan dan pengalaman langsung mengenai proses perawatan serta penanggulangan kebocoran pada tangki *ballast* di kapal MV. Lagun Mas.
2. Tinjauan Kepustakaan (*Library Research*)

Merupakan metode penelitian yang dilakukan dengan cara mempelajari berbagai sumber tertulis seperti buku, literatur, jurnal, serta karya ilmiah lainnya yang memiliki keterkaitan dengan topik penelitian. Tujuan dari metode ini adalah untuk memperoleh dasar teori dan konsep ilmiah yang dapat digunakan sebagai landasan dalam menganalisis dan membahas permasalahan yang diteliti.

D. Teknik Analisis Data

Analisis data merupakan tahapan penting dalam proses penelitian, di mana peneliti menerapkan metode analisis yang sesuai dengan tujuan dan jenis data yang dikumpulkan. Teknik analisis yang digunakan dalam penulisan ini bergantung pada karakteristik data yang

diperoleh selama penelitian. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan tiga metode analisis data, yaitu:

1. Reduksi Data

Reduksi data merupakan proses pemilihan, pemusatan perhatian, penyederhanaan, serta transformasi data mentah yang diperoleh dari hasil observasi atau catatan lapangan menjadi bentuk yang lebih terorganisir dan bermakna.

2. Penyajian Data

Penyajian data adalah tahap mengorganisasikan informasi secara sistematis dan jelas, sehingga memudahkan peneliti dalam memahami konteks data, mengidentifikasi pola, serta menarik kesimpulan yang relevan.

3. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan merupakan kemampuan peneliti untuk merumuskan inti temuan penelitian, dengan cara menyusun interpretasi dari hasil analisis data yang telah dilakukan sepanjang proses penelitian.