

**UPAYA PENGGUNAAN BALLAST WATER MANAGEMENT
SYSTEM GUNA MENCEGAH PENCEMARAN AIR LAUT
DI KAPAL APL VANCOUVER**



OWENS CESAR LULY

21.41.201

NAUTIKA

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

NAMA : OWENS CESAR LULY
NIT : 21.41.201
Program Studi : Nautika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

**UPAYA PENGGUNAAN BALLAST WATER MANAGEMENT SYSTEM
GUNA MENCEGAH PENCEMARAN AIR LAUT DI
KAPAL APL VANCOUVER**

Merupakan karya asli. Adapun seluruh ide yang ada didalam skripsi ini yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri.

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

Makassar, 10 Oktober 2025



OWENS CESAR LULY

21.41.201

**UPAYA PENGGUNAAN BALLAST WATER MANAGEMENT
SYSTEM GUNA MENCEGAH PENCEMARAN AIR LAUT
DI KAPAL APL VANCOUVER**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Pelayaran

Program Studi Nautika

Disusun dan Diajukan oleh

OWENS CESAR LULY
NIT 21.41.201

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

SKRIPSI

**UPAYA PENGGUNAAN BALLAST WATER MANAGEMENT
SYSTEM GUNA MENCEGAH PENCEMARAN AIR LAUT DI
KAPAL APL VANCOUVER**

Disusun dan Diajukan oleh:

OWENS CESAR LULY

NIT. 21.41.201

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal 10 Oktober 2025


19

Menyetujui:

21

Pembimbing I

Pembimbing II


Haeran Asri, S.Si.T., M.T
NIP: 198308202010122001



Indra Farman, M.Pd
NIDN: 0917109303

Mengetahui:

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

Ketua Program Studi Nautika


Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar
NIP. 19750329 199903 1 002


Subehana Rachman, S.A.P., M.Adm
NIP. 19780908 200502 2 001

KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasi kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan kasih-Nya yang telah memungkinkan penulis menyelesaikan penelitian skripsi ini dengan judul: "UPAYA PENGGUNAAN BALLAST WATER MANAGEMENT SYSTEM GUNA MENCEGAH PENCEMARAN AIR LAUT DI KAPAL APL VANCOUVER"

Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak terlepas dari tantangan dan hambatan, namun berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, semuanya dapat teratasi.

Penulis sangat terbuka untuk menerima kritik dan saran yang konstruktif guna menyempurnakan skripsi ini.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Capt. Rudy Susanto, M. Pd selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Capt. Faisal Saransi, MT ., M.Mar. Selaku Pudir 1 Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
3. Ibu Subehana Rachman. S.A.P., M.Adm.S.D.A Selaku ketua program studi Nautika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
4. Ibu Haerani Asri, S.Si.T., M.T Selaku Dosen Pembimbing I
5. Bapak Indra Farman, M.Pd., Selaku Dosen Pembimbing II
6. Seluruh Officer dan Crew kapal APL Vancouver yang telah memberikan banyak pengalaman dan ilmu untuk penulis sehingga penulis mengangkat penelitian ini dengan baik
7. Orang tua penulis, Papa Joni Pieter Luly dan Ibu Alfrida, SH., MH juga Kakak Claudia dan Sintya sebagai saudara dan dukungan, ketulusan dan kasih sayang nya, oma dan opa penulis yang telah

memberikan dukungan dan doa untuk penulis agar penelitian dapat terselesaikan dengan baik, penulis mempersembahkan keberhasilan penelitian ini sebagai bentuk rasa terima kasih yang sangat mendalam kepada seluruh keluarga yang tak henti nya mendukung penulis.

8. Teman - teman penulis, yang telah memberikan semangat dan dukungan yang penuh untuk penulis dari penulis masih berada diatas kapal hingga saat ini penulis sudah kembali ke kampus, penulis menyampaikan banyak kata terima kasih kepada teman-teman penulis yang terus berada di sisi penulis hingga saat ini dan selalu mendukung penulis.

Akhirnya, dengan kerendahan hati, penulis memohon maaf jika terdapat kekurangan dan berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta menjadi landasan untuk penelitian lebih lanjut.

Makassar, 10 Oktober 2025



OWENS CESAR LULY

21.41.201

ABSTRAK

OWENS CESAR LULY, Upaya Penggunaan Ballast Water Management System Guna Mencegah Pencemaran Air Laut Di Kapal APL Vancouver (dibimbing oleh Haerani dan Indra Farman)

Air laut yang digunakan sebagai air *ballast* bisa saja mengandung mikroorganisme laut berbahaya yang membahayakan lingkungan laut dan dibawa oleh kapal saat melakukan *ballasting* di sebuah Pelabuhan. Oleh sebab itu IMO mengadakan Konvensi Internasional yang membahas mengenai pengolahan air *ballast*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana upaya penggunaan *Ballast Water Management System* dalam mencegah pencemaran air laut diatas kapal APL Vancouver yang menggunakan sistem elektrolisis.

Dalam hal jenis penelitian, penulis menggunakan metode kualitatif sebagai suatu strategi pencarian makna, pengertian, konsep, karakteristik dengan rumusan masalah dari penelitian ini yaitu bagaimana cara kerja *Ballast Water Management System* diatas kapal APL Vancouver dalam mencegah pencemaran air Laut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam hal upaya dari alat *Ballast Water Management System* yang digunakan diatas kapal APL Vancouver telah diketahui dan cukup dipahami oleh para *officer*. Penggunaan alat *Ballast Water Management System* ini juga sangat berguna dalam proses *ballasting* dan *deballasting* untuk membentuk menciptakan lingkungan laut yang bersih, nyaman dan tidak berbahaya bagi manusia dan makhluk hidup lainnya.

Kata Kunci: Air *Ballast*, Air Laut, *Ballast Water Management System*

ABSTRACT

OWENS CESAR LULY, Means to Use Ballast Water Management System to Prevent Seawater Pollution on APL Vancouver (supervised by Haerani and Indra Farman)

Seawater used as ballast water can contain harmful marine microorganisms that endanger the marine environment and are carried by ships during ballasting at ports. Therefore, the International Maritime Organization (IMO) has established an International Convention on Ballast Water Management. The purpose of this study is to determine how the Ballast Water Management System prevents marine air pollution on board the APL Vancouver which uses an electrolysis system.

In terms of research type, the author used a qualitative method as a strategy to explore the meaning, understanding, concept, and characteristics of the vessel. The research problem is how the Ballast Water Management System on board the APL Vancouver works to prevent marine air pollution.

The result indicate that the Ballast Water Management System used on board the APL Vancouver is well-known and well-understood by the officers. The use of the BWMS is also very useful in the ballasting and deballasting processes, helping to create a clean, comfortable, and harmless marine environment for humans and other living creatures

Keywords: Ballast Water, Sea Water, Ballast Water Management System

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A.Latar Belakang	1
B.Rumusan Masalah	5
C.Tujuan Penelitian	5
D.Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A.Landasan Teori	6
B.Kerangka Pikir	26
BAB III METODE PENELITIAN	26
A.Jenis Penelitian	26
B.Definisi Operasional Variabel	26
C.Teknik Pengumpulan Data	27
D.Teknik Analisis Data	27
BAB IV HASIL PENELITIAN	29
A.Hasil Penelitian	29
B.Pembahasan	32

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
A.Kesimpulan	53
B.Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	58
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	62

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
Gambar 2.1 Contoh Pertukaran Air <i>Ballast</i>	7
Gambar 2.2 Proses <i>Ballast Water Management System</i>	17
Gambar 2.3 Posisi Tangki <i>Ballast</i> Kapal APL VAncoover	20
Gambar 2.4 Kerangka Pikir	26
Gambar 4.1 Spesifikasi Alat <i>Ballast Water Management</i>	33
Gambar 4.2 Peralatan <i>Ballast Water Management</i>	34
Gambar 4.3 Peralatan <i>Ballast Water Management</i>	35
Gambar 4.4 <i>Electro-Chamber Unit</i>	38
Gambar 4.5 <i>Power Rectifier Unit</i>	40
Gambar 4.6 <i>TRO Sensor Unit</i>	41
Gambar 4.7 Proses <i>Ballasting</i>	42
Gambar 4.8 Proses <i>Deballasting</i>	44
Gambar 4.9 CPC atau <i>Control PC</i>	46
Gambar 4.10 <i>Ballast Water Record Book</i>	49
Gambar 4.11 Pergantian dan Pengecekan <i>liquid</i> lama pada CLX	51

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sistem pengolahan air *ballast* dapat dikatakan sebagai factor utama dalam proses penyeimbangan kapal yang merupakan alat transportasi laut dengan fungsi yang sangat fungsional bagi era kehidupan saat ini, dengan berkembangnya jaman yang memiliki bentuk cukup bervariasi dan rute pelayaran yang dapat mencapai ke seluruh belahan dan berbagai tempat di dunia.

Saat ini, 90% perdagangan dunia dilakukan melalui kapal. Oleh karena itu, pencemaran laut berbasis kapal mencapai tingkat yang serius bagi lingkungan laut. Perpindahan organisme akuatik yang diangkut melalui air *ballast* merupakan salah satu masalah yang paling penting dalam hal pencemaran air laut. Xue et al (2021) mencatat menurut makalahnya, air *ballast* digunakan untuk memperkenalkan 3000-7000 spesies asing baru (mikroorganisme) ke seluruh lautan dunia setiap hari, yang kemudian dihilangkan di lingkungan baru. Hal ini menyebabkan invasi, mengubah flora dan fauna asli ekosistem dan membawa perubahan ekologi secara keseluruhan. Air *ballast* dapat menyebabkan pencemaran laut, merusak habitat dan biota perairan, serta berdampak buruk pada Kesehatan dan kegiatan ekonomi (Wang et al 2020, Xue et al 2021).

Rute *voyage* APL Vancouver adalah Singapore, India, Sri Lanka, Afrika Selatan, Moroko, Inggris, Belanda, Jerman, Belgia, Prancis, Spanyol, Italia, Mauritius, dan 4 kota di Australia yang

mengharuskannya untuk melakukan pengolahan air *ballast* dan mengikuti aturan pengolahan yang berlaku.

Ketika kapal bersandar di pelabuhan, dilakukan kegiatan pengisian dan pembuangan air *ballast*. Air *ballast* ini bisa berupa air laut, air tawar, atau campurannya, akan dipompa ke dalam tangki kapal. Umumnya, air tersebut diambil dari wilayah pesisir atau pantai yang memiliki kandungan *fitoplankton* dan *zooplankton* lebih banyak dan beragam dibandingkan air dari laut dalam. Selain air, *ballast* juga membawa berbagai organisme dan material sedimen lainnya. Pemilihan studi kasus ini didasarkan pada kegiatan *Maintenance* dari alat *Ballast Water Management System* pada APL Vancouver dengan tipe kapal Kontainer. Kegiatan *Maintenance* ini dilakukan setiap 6 bulan sekali dan saat kegiatan tersebut dilaksanakan, tiap bagian dari alat *Ballast Water Management System* akan dibuka dimana tiap alat tersebut hanya dapat dilihat saat perawatan alat dilakukan. Proses *Maintenance* dilakukan oleh teknisi dan di saat yang bersamaan juga menjelaskan bagaimana cara kerja dan kegunaan dari tiap alat yang ada di atas kapal. Selama proses *Maintenance* berlangsung, penulis juga diperbolehkan untuk mengambil dokumentasi yang juga menjadi pendukung dalam penulisan penelitian ini. Hal inilah yang mendasari tujuan dan alasan dalam pemilihan judul penelitian. Disamping itu, pengolahan air *ballast* beberapa kali dilakukan oleh penulis yang mendukung dalam pemahaman pengolahan air *ballast* sesuai judul yang diangkat.

Pada tahap awal pembongkaran muatan dan pemuatan air *ballast* di Pelabuhan asal, ruang muat kapal dikosongkan untuk menampung muatan yang masuk, sedangkan tangki *ballast* diisi untuk menstabilkan kapal agar aman saat berlayar ataupun saat proses *loading* dan *discharge* di Pelabuhan. Lebih jauh lagi, Ketika kapal memulai pelayarannya dengan ruang muat kosong dan tangki air *ballast*

penuh, konfigurasi ini membantu menjaga stabilitas dengan mengompensasi perbedaan berat yang disebabkan oleh variasi muatan dan level bahan bakar. Setelah mencapai Pelabuhan tujuan, proses tersebut berbalik karena proses *loading* muatan.

Dalam fungsinya untuk menjaga stabilitas, air *ballast* yang disimpan dalam tangki merupakan salah satu tempat yang memiliki risiko munculnya mikroorganisme baru yang ikut terangkut oleh air *ballast* tersebut, sehingga diperlukan suatu sistem untuk mengolah air *ballast*. Sistem pengolahan air *ballast* ini sangat diperlukan dalam rangka menjamin kelestarian keanekaragaman hayati laut dan keutuhan ekosistem sekaligus mendukung praktik pelayaran yang aman dan berkelanjutan (Wanda dan Gunawan, 2024). Menurut *International Maritime Organization* atau IMO, air *ballast* merupakan air laut yang dimasukkan ke dalam tangki kapal untuk menjaga keseimbangan dan stabilitas kapal saat tidak bermuatan atau saat muatan tidak merata. Namun, penggunaan air *ballast* berpotensi membawa spesies akuatik dari satu ekosistem ke ekosistem lain, yang dapat menjadi spesies invasive dan merusak lingkungan laut setempat.

Menanggapi permasalahan ini, IMO mengadopsi *International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments* (BWM Convention) pada tahun 2004, yang mulai berlaku secara global pada 8 September 2017. Konvensi ini mewajibkan semua kapal internasional untuk mengelola air *ballast* secara aman agar organisme berbahaya tidak tersebar (*Ballast Water Management Convention*, IMO 2004). Hal ini yang kemudian membuat IMO menetapkan dua standar utama, standar D-1 yang mengatur pertukaran air *ballast* di laut lepas, minimal 200 mil dari pantai dan kedalaman kurang lebih 200 meter. Standar D-2 yang mengatur pengolahan air *ballast* untuk memenuhi batas organisme dan mikroba tertentu sebelum

dibuang. Untuk mematuhi konvensi ini, kapal harus memiliki rencana pengelolaan air *ballast* (*Ballast Water Management Plan*), buku catatan air *ballast* (*Ballast Water Record Book*) dan Sertifikat Internasional Pengelolaan air *ballast*. Pengolahan air *ballast* dapat dilakukan melalui berbagai metode, seperti filtrasi, sinar UV, ozonisasi dan klorinasi. Semua sistem pengolahan tersebut harus disetujui oleh IMO.

Aturan tentang *ballast* merupakan salah satu contoh bagaimana regulasi suatu negara dibentuk berdasarkan kondisi dan kebutuhan spesifik negara tersebut. Contoh kasus di Pelabuhan Jepang, ditemukan adanya eceng gondok yang diketahui sebelumnya tidak ada dan setelah diselidiki eceng gondok keluar dari kapal yang berlayar dari perairan Indonesia dan kemudian datang membuang air *ballast* nya di perairan Jepang yang menyebabkan kejadian tersebut. Hingga setiap negara, bersama dengan peraturan dari IMO, menetapkan aturan khusus terkait air *ballast*. Salah satu aturannya adalah mewajibkan kapal yang melakukan pelayaran internasional atau kapal laut jarak jauh (*ocean going*) untuk melakukan pertukaran air *ballast*. Tujuannya adalah untuk mencegah penyebaran bakteri, virus, atau sedimen berbahaya dari satu negara ke negara lain. Namun, pelaksanaan pertukaran air *ballast* ini harus memenuhi syarat tertentu.

Menanggapi masalah ini, terobosan baru diciptakan dan diperkenalkan alat untuk *ballasting* dan *deballasting* dengan aman untuk mencegah bakteri/virus/*ballast* sedimen tidak ikut masuk ke dalam tangki *ballast* dan dibawa ke tempat tujuan selanjutnya, dan alat ini diberi nama *Ballast Water Management System (BWMS)*.

Berdasarkan latar belakang yang telah ditulis, penulis akan membahas permasalahan tersebut dalam sebuah penelitian dan di beri judul **“Upaya Penggunaan Ballast Water Management System Guna Mencegah Pencemaran Air Laut Di Kapal APL Vancouver”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di kemukakan di atas, maka rumusan masalah yang di ambil oleh penulis, yakni bagaimana cara kerja *Ballast Water Management System* untuk mencegah pencemaran air laut?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana upaya dan cara kerja *Ballast Water Management System* untuk mencegah pencemaran air laut.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini diuraikan sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis dari penelitian ini adalah agar tulisan ini dapat menjadi bahan referensi juga bacaan bagi taruna maupun seluruh dunia kemaritiman dalam penguasaan atau penerapan *Ballast Water Management* dalam pengoperasian air *ballast*.
2. Penelitian ini juga memiliki manfaat praktis dengan memberikan pengetahuan tentang penggunaan *ballast water management*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. *Ballast Water Management System*

Ballast Water Management System (BWMS) adalah sistem yang dirancang untuk mengelola dan mengolah air ballast dengan tujuan menghilangkan, menetralsir, atau mencegah pengambilan dan pembuangan organisme akuatik berbahaya dan patogen dalam air *ballast* dan sedimen, sebagaimana diatur dalam Konvensi Manajemen Air Ballast (*Ballast Water Management Convention*). Sistem ini bertujuan untuk mengurangi risiko pencemaran laut dan melindungi ekosistem laut dari ancaman organisme invasif.

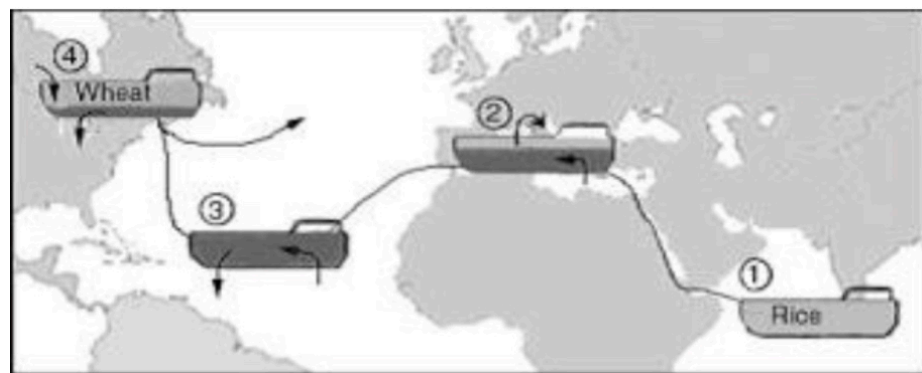
Air laut yang digunakan sebagai air *ballast* mengandung mikroorganisme laut yang beragam dan bisa mencemari lingkungan laut. Air akan dipompa ke dalam kapal dan akan melalui proses penetralisasian dengan menggunakan *Ballast Water Management System*. Melihat berkembangnya pencemaran air laut yang disebabkan oleh air *ballast* dari kapal, *International Maritime Organization* atau IMO melaksanakan *International Convection* yang dilaksanakan di London pada tahun 2004. Dan Indonesia ikut meratifikasi konvensi ini pada tahun 2015.

Konvensi ini mewajibkan semua kapal untuk menerapkan rencana pengelolaan air *ballast* yang bertujuan untuk melindungi lingkungan laut dari organisme akuatik berbahaya yang dibawa oleh kapal melalui air ballast yang tidak terkontrol pengelolaannya.

Fasilitas *Ballast Water Exchange* harus mampu mengelola pembuangan air *ballast* dari kapal agar tidak menimbulkan risiko terhadap lingkungan, Kesehatan manusia, harta benda, dan sumber daya berbahaya yang timbul dari pembuangan air *ballast* yang mengandung mikroorganisme akuatik dan patogen berbahaya ke lingkungan sekitar Pelabuhan.

Pengolahan air *ballast* tidak boleh menimbulkan risiko terhadap lingkungan, Kesehatan manusia, harta benda, dan sumber daya yang timbul akibat pelepasan atau pemindahan organisme akuatik dan patogen berbahaya ke lingkungan. Hal ini yang harus diperhatikan tiap kapal pada saat melakukan kegiatan membuang air *ballast*. Metode pengolahan yang diterapkan pada air *ballast* tidak boleh menimbulkan dampak yang dapat menimbulkan risiko terhadap lingkungan, Kesehatan manusia, harta benda, dan sumber daya. *Ballast Water Management System* hadir untuk membantu mengelola air ballast agar bisa membantu mengurangi risiko-risiko yang dapat merugikan.

Gambar 2.1 Contoh Pertukaran Air *Ballast*



Sumber: Jurnal Analisa Teknis dan Ekonomis Pemilihan
Manajemen Air *Ballast* pada Kapal (*Ship Ballast Water Management*) Di Indonesia

Pada Gambar 2.1 diberikan ilustrasi mengenai proses pertukaran air *ballast* dan dapat dijelaskan melalui contoh berikut: sebuah kapal yang berlayar dari Samudra Hindia melalui terusan Suez membongkar muatan di wilayah Mediterania, sehingga perlu mengisi tangki *ballast* sebelum melanjutkan pelayaran menuju Samudra Atlantik. Pertukaran air *ballast* (*Ballast Water Exchange*) kemudian dilakukan di Samudra Atlantik sebelum kapal memasuki wilayah *Great Lakes*. Karena kapal tersebut mengangkut muatan berupa gandum, air *ballast* yang telah terisi dibuang ke laut.

Permasalahan utama yang timbul adalah bahwa air *ballast* membawa ribuan spesies organisme laut, baik hewan maupun tumbuhan, yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan laut, membahayakan kesehatan manusia, serta mengancam sektor ekonomi kelautan. Untuk itu, IMO mengatur ketentuan dalam proses pertukaran air *ballast* melalui regulasi D-1 pada Konvensi Internasional. Salah satu ketentuannya adalah anjuran agar kapal mencapai tingkat pertukaran volume air *ballast* sebesar 95%. Dalam metode pertukaran sekuensial, pengosongan dan pengisian ulang tangki dilakukan secara sistematis guna memastikan pencapaian persentase pertukaran tersebut. Prinsipnya adalah organisme dari laut tidak mudah bertahan jika dibawa ke perairan pantai yang berbeda secara lingkungan. Gambaran ini digambarkan sebagai sterilisasi alami karena kondisi air laut berbeda secara kimia, suhu, dan nutrisi disbanding air di sekitaran Pelabuhan.

Untuk mencapai 95% volume pertukaran dengan metode dilusi (*flow-through*), direkomendasikan agar kapal memompa air *ballast* sebanyak tiga kali volume tangki, dengan asumsi pencampuran sempurna. Selain itu, sesuai regulasi B-4, IMO menganjurkan agar

pertukaran air *ballast* dilakukan paling tidak 200 mil laut dari daratan terdekat dan pada kedalaman laut minimum 200 meter. Jika kondisi tersebut tidak memungkinkan, maka pertukaran dapat dilakukan pada jarak minimum 50 mil laut dari daratan terdekat, asalkan kedalaman tetap tidak kurang dari 200 meter.

Namun, terdapat kondisi tertentu yang membuat kegiatan *ballasting* dan *deballasting* tidak dapat dilaksanakan, seperti saat menghadapi gelombang tinggi yang membahayakan keselamatan kapal. Dalam situasi demikian, pertukaran dapat dilakukan di zona aman yang telah ditetapkan. Meskipun metode ini banyak digunakan secara global, ia memiliki keterbatasan, terutama dalam hal ketidak mampuannya menghilangkan sedimen dari dasar tangki *ballast*.

Pertukaran air *ballast* dapat meninggalkan organisme yang menempel pada sedimen dan sisa air dari wilayah pesisir, sehingga berpotensi menjadi spesies invasif. Meskipun pertukaran air *ballast* dapat menurunkan jumlah fitoplankton, namun tidak selalu efektif dalam mengurangi jumlah total plankton dan bahkan dapat meningkatkan konsentrasi organisme berbahaya. Dengan demikian, perlu diterapkan teknologi pengolahan air *ballast* yang lebih efisien dan efektif untuk mengurangi risiko pencemaran laut oleh organisme invasif. Teknologi ini dapat membantu menghilangkan atau menetralkan organisme berbahaya dan patogen dalam air *ballast* dan sedimen.

Jika air *ballast* dibuang di lingkungan akuatik, hal tersebut setidaknya harus memenuhi standar kinerja air *ballast* yang ditetapkan dalam aturan konvensi D-2. Standar yang telah dibuat tersebut tidak boleh menimbulkan hal yang merugikan sehingga tiap

kapal harus mengikuti aturan mengenai pengolahan air *ballast* dengan baik.

Berdasarkan pembahasan diatas, inilah yang membuat IMO mengeluarkan amandemen *Ballast Water Management Convention* (BWMC) dan mengeluarkan beberapa aturan. Salah satunya adalah standar D-2, sebagaimana diatur dalam Konvensi Manajemen Air *Ballast* oleh *International Maritime Organization* (IMO), menetapkan Batasan ketat terhadap jumlah organisme hidup dan mikroba patogen yang boleh terdapat dalam air *ballast* yang dibuang oleh kapal dengan tujuan mencegah penyebaran spesies invasive dan melindungi ekosistem laut. Sejak 13 Oktober 2019, amandemen BWMC telah memperjelas jadwal implementasi transisi dari standar D-1 (pertukaran air *ballast*) ke D-2, dengan tenggat waktu kepatuhan penuh pada 8 September 2024.

Satu aspek yang perlu diwaspadai dari fenomena invasi biologis adalah keberagaman vektor penyebarannya yang terus meningkat selama beberapa dekade terakhir. Berdasarkan berbagai laporan invasi yang tercatat dalam beberapa abad terakhir, air *ballast* kapal diidentifikasi sebagai salah satu vektor utama yang berkontribusi terhadap penyebaran organisme asing secara global.

Deskripsi publikasi yang telah dikeluarkan oleh IMO mengenai *Ballast Water Management Convention* ini merupakan kopendium resmi yang mencakup beberapa teks, kode dan aturan yang mengatur tentang *Ballast Water Management*. Dokumen ini dirancang untuk membantu pemerintah, otoritas Pelabuhan, pemilik kapal, operator dan pemangku kepentingan lainnya dalam memahami dan menerapkan ketentuan konvensi secara efektif.

Inilah pentingnya pelatihan bagi mualim jaga di kapal untuk memahami cara kerja dan aturan yang berlaku mengenai

pengolahan air *ballast* untuk meningkatkan kinerja tiap kapal dalam mengurangi bahaya pencemaran air laut oleh kapal yang melakukan kegiatan pembuangan air *ballast*.

Rincian mengenai kemampuan dan keterbatasan kapasitas fasilitas pengolahan harus disediakan kepada kapal yang bermaksud menggunakan fasilitas kegiatan *Ballasting* dan *Deballasting*. Hal merinci yang disediakan kepada kapal harus mencakup:

1. Kapasitas volumetric maksimum air *ballast*
2. Volume maksimum air ballast yang dapat ditangani
3. Kecepatan transfer maksimum air *ballast*
4. Jam pengoperasian
5. Pelabuhan, tempat berlabuh, area tempat akses
6. Rincian sambungan pipa kapal ke pantai
7. Apakah awak kapal atau pegawai dari darat diperlukan untuk tugas seperti menyambungkan atau memutuskan selang
8. Rincian kontak untuk pengolahan air *ballast*
9. Cara meminta penggunaan fasilitas termasuk periode pemberitahuan dan informasi apa yang diperlukan dari kapal
10. Semua biaya yang diperlukan

Saat ini ada beberapa dari tipe *Ballast Water Management System*, yaitu:

1. *Filtration Sytem*
2. *Chemical Disinfection*
3. *Ultra-Violet Treatment*
4. *Deoxygenation Treatment*
5. *Electrolysis*
6. *Ozone*

Di kapal APL Vancouver saat ini menggunakan sistem *Electrolysis* yang mempunyai beberapa keuntungan dan kerugian bagi kapal yang menggunakannya, yaitu:

Keuntungan sistem *Electrolysis*:

1. Tidak menggunakan *chemical*
2. Efektif terhadap mikroorganisme
3. Residu yang tidak berbahaya
4. Sistem yang dapat di kontrol dengan baik
5. Mudah dioperasikan
6. Cara pemantauan dan kontrol yang baik

Kekurangan sistem *Electrolysis*:

1. Konsumsi energi yang tinggi
2. Biaya operasional yang tinggi
3. Memerlukan pemantauan lebih
4. Sensitif terhadap kondisi air
5. Memerlukan perawatan rutin
6. Berpotensi merusak struktur kapal
7. Memerlukan ruang tambahan

Hal-hal ini yang tentunya sudah menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan pembangunan kapal dalam pemilihan alat *Ballast Water Management System*.

2. Ballast Water

Air *ballast* adalah air laut yang diambil oleh kapal ke dalam tangki khusus untuk menjaga keseimbangan kapal saat tidak bermuatan, yang dapat membawa serta organisme mikroskopis dan patogen berbahaya (Endang Purwaningsih 2010). Sistem ballast bekerja dengan mengisi tangki *ballast* di bagian *double bottom* kapal dengan air laut yang diambil dari *seachest* menggunakan pompa *ballast* dan jaringan pipa yang terdiri dari pipa utama dan pipa cabang. Sistem

ballast berfungsi untuk menyeimbangkan posisi kapal, baik Ketika dalam keadaan *trim*, maupun saat kapal *listing*. Proses kerjanya, air dimasukkan kedalam tangki *ballast* agar kapal dapat kembali ke posisi yang ideal. Komponen-komponen dari sistem *ballast* meliputi *sea chest*, jalur pipa *ballast*, pipa yang menghubungkan dengan tangki, sistem perpipaan, *ballast pump*, tangki *ballast*, serta jumlah dan jenis katup, *fitting*, dan *outboard*.

Air *ballast* sangat penting sebagai penyeimbang Ketika berat kapal mengalami perubahan di beragam situasi yang dapat terjadi karena perbedaan berat jenis muatan yang diangkut, bahan bakar yang digunakan kapal, serta air tawar yang dihabiskan selama pelayaran. Saat mengisi air *ballast*, kapal dapat membawa ribuan jenis organisme, termasuk bakteri, mikroba, ubur-ubur, larva, telur hewan, dan bentuk-bentuk hewan akuatik lainnya. Ketika air *ballast* dibuang, organisme asing ini dapat masuk ke ekosistem laut lokal dan berpotensi mengancam lingkungan laut, dan merusak keseimbangan ekosistem di sekitarnya. Oleh karena itu, pengelolaan air *ballast* yang efektif sangat penting untuk mencegah penyebaran spesies invasif dan melindungi ekosistem laut.

Menurut IMO, proses *ballasting* dan *deballasting* global diperkirakan mencapai 10 miliar ton air *ballast* per tahun, membawa ribuan spesies mikro laut. Sekitar 7000 spesies pendatang dapat mengubah ekosistem perairan setempat. Hal ini berpotensi berdampak pada 4,5 miliar orang yang tinggal di daerah pesisir, karena kerusakan ekosistem perairan dapat mempengaruhi kehidupan dan mata pencaharian mereka. Oleh karena itu, pengelolaan air *ballast* yang efektif sangat penting untuk mencegah penyebaran spesies invasif dan melindungi ekosistem laut.

Sesuai dengan ketentuan IMO, pembuangan air *ballast* langsung ke laut dilarang karena mampu menyebabkan masalah serius. Air *ballast* harus diproses terlebih dahulu menggunakan *Ballast Water Treatment System* (BWTS) untuk menghilangkan organisme berbahaya dan patogen. Di Indonesia, SE No. 20 tahun 2019 mengatur penerapan penggunaan ballast treatment (Metode D-2) untuk kapal yang beroperasi. Kapal yang belum memiliki sertifikat *Ballast Water Management* harus mengaplikasikan penerapan *ballast water treatment* (Metode D-2) sertifikat ini berlaku efektif mulai tanggal 8 September 2019.

Proses ballasting dan deballasting mungkin terlihat lancar secara kasat mata, namun memiliki dampak buruk terhadap ekosistem laut, isu ekonomi, dan potensi masalah kesehatan bagi makhluk laut dan manusia. Kerusakan lingkungan dapat terjadi karena perpindahan spesies laut yang tidak terkendali, sehingga penting untuk mengelola air *ballast* dengan efektif untuk mencegah penyebaran spesies invasif dan melindungi ekosistem laut.

Dampak ekonomi dari air *ballast* juga signifikan. Meskipun penting untuk operasi kapal, air *ballast* dapat membawa spesies laut yang invasif dan mengancam ekonomi manusia yang bergantung pada ekosistem laut yang sehat. Pembuangan air *ballast* yang tidak terkendali dapat menyebabkan penurunan produktivitas ikan dan berdampak pada perekonomian nelayan lokal. Oleh karena itu, perlu dirancang sistem pengolahan air *ballast* yang efektif untuk mencegah dampak negatif ini dan melindungi ekosistem laut.

Dampak kesehatan ekosistem laut akibat air *ballast* sangat signifikan. Setiap tahunnya, kurang dari 10 miliar ton meter kubik air *ballast* dipindahkan ke kapal, membawa ribuan spesies hewan dan tanaman laut yang dapat menimbulkan ancaman bagi lingkungan

laut. Pembuangan air *ballast* ke laut dapat menimbulkan keracunan pada organisme laut dan mikroba lainnya, serta memicu berbagai masalah kesehatan seperti perubahan pola pertumbuhan, kerusakan hormonal, kelainan pada kelahiran, penurunan daya tahan tubuh, kanker, tumor, dan kelainan genetik, bahkan kematian.

Air *ballast* yang berasal dari satu negara dan dibuang di negara lain telah diidentifikasi sebagai jalur utama penyebaran spesies invasive dan sedimen pencemar. Sekitar 84% ekosistem global terpengaruh oleh pembuangan spesies invasive melalui transfer air *ballast*. Dampaknya mencakup perubahan kualitas air, predasi, penyebaran penyakit seperti keracunan dan wabah kolera yang memengaruhi Kesehatan manusia serta ekosistem laut. Dalam praktiknya, *ballast water management/treatment system* menyajikan beberapa teknologi untuk pengolahan air *ballast*, seperti:

1. Teknik *Filtration*
2. Teknik *Hydroclone*
3. Teknik *UV*
4. Teknik *Heat Treatment*
5. Teknik *Ultrasound*, dll

Metode fisik adalah hal yang paling sederhana, berkelanjutan, hemat biaya, dan ramah lingkungan dibandingkan dibandingkan metode lain. Metode kimia cenderung menghasilkan produk samping disinfeksi, sedangkan sistem yang menggunakan pemansan dan medan listrik lebih mahal tetapi keefektifannya tidak dipengaruhi oleh komposisi, salinitas, atau suhu air *ballast*. Karena setiap teknologi memiliki kelebihan dan kekurangan, dapat disimpulkan bahwa tidak ada satupun teknologi yang sepenuhnya efektif dalam mengendalikan mikroorganisme. Kombinasi berbagai teknik pengolahan dinilai lebih efisien. Penelitian lebih lanjut dan

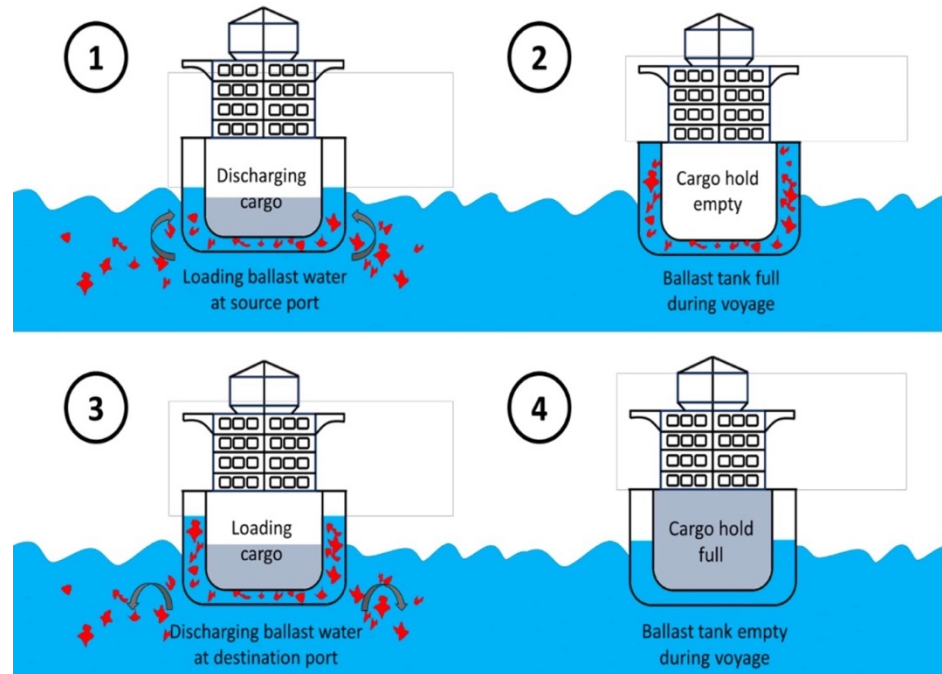
implementasi praktis diperlukan untuk meningkatkan teknologi yang ada dan mencapai ekosistem maritim yang berkelanjutan. (Minami Kiyokazu 2023)

Konvensi Internasional oleh IMO, seperti *London Protocol* dan *London Convention*, telah mengatur kegiatan *ballasting* dan *deballasting* kapal untuk mencegah pencemaran laut akibat pembuangan limbah dan material lain. Konvensi ini bertujuan untuk melindungi lingkungan laut dari dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh aktivitas kapal, termasuk penyebaran spesies invasif dan pencemaran laut. Dengan demikian, konvensi ini berperan penting dalam menjaga kelestarian lingkungan laut dan ekosistemnya. Pembuangan air *ballast* pasti dilakukan oleh tiap kapal namun juga harus memperhatikan pengolahan air *ballast* tersebut. Dalam kegiatannya, hal tersebut harus mengikuti protocol dan cara kerja dari pengolahan pembuangan air *ballast*. Itulah pentingnya pelatihan bagi para *officer* untuk bisa mengetahui cara kerja dari masing-masing kapalnya.

Pertumbuhan organisme akuatik di wilayah baru mereka, bersaing dengan spesies alami habitat dan dapat menggantikan spesies kunci atau menyebabkan penurunan atau kepunahan satu atau lebih spesies asli yang sangat mengganggu ekosistem dan menyebabkan dampak lingkungan, ekonomi dan Kesehatan manusia yang serius. (Huseyin & Parlak, adnan & Mehmet, 2013)

Pencemaran lingkungan adalah masalah serius yang mengancam keberlangsungan hidup kita. Polusi udara, air, dan tanah dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia dan ekosistem. Oleh karena itu, kita harus bertindak untuk mengurangi pencemaran dan menjaga lingkungan hidup yang sehat.

Gambar 2.2 Proses *Ballast Water Management System*



Sumber: *Journal of Marine Science and Technology*

Menanggapi permasalahan ini, Peraturan Penanganan Air *Ballast* dikeluarkan. Upaya ini dilakukan untuk mencegah penyebaran organisme laut yang berpotensi merusak ekosistem. Di bawah ini adalah standar pengelolaan air *ballast* sesuai aturan Konvensi Manajemen Air *Ballast* 2009:

1. Standar D-1 (*Ballast Water Exchange*) dilakukan dengan cara membilas air *ballast* sebanyak tiga kali di laut yang berjarak lebih dari 200 mil laut dari pantai dan memiliki kedalaman lebih dari 200 meter. Metode ini efektif karena organisme pantai sulit bertahan di laut lepas dan sebaliknya. Namun, metode ini memiliki kelemahan karena pembersihan dasar tangki *ballast* masih sulit, sehingga sedimen dan organisme yang ada di dasar tangki tidak dapat dibersihkan secara menyeluruh dan berpotensi terbuang ke laut saat *deballasting*.

2. Lalu, standard D-2, standard ini mengatur pengolahan air *ballast* yang mengandung lebih dari 10 mikroorganisme per meter kubik dengan ukuran minimal 50 mikron. Melalui proses ini, mikroorganisme per meter kubik dengan ukuran minimal 50 mikron. Melalui proses ini, mikroorganisme dapat lepas lagi ke lingkungan baru.

Menurut Regulasi B-4 (*Ballast Water Exchange*), setiap kapal yang melakukan pertukaran air *ballast* harus, apabila memungkinkan melakukannya setidaknya 200 mil laut dari daratan dan di perairan dengan kedalaman minimal 200 meter serta dalam kondisi laut yang aman untuk kapal dan *crew*.

Jika persyaratan standar tidak dapat dipenuhi karena kondisi laut atau operasional, maka kapal dapat melakukan pertukaran air *ballast* dengan ketentuan alternatif, yaitu setidaknya 50 mil laut dari daratan dan di perairan dengan kedalaman minimal 200 meter. Jika kondisi ini tidak memungkinkan, maka *coastal state* dapat menetapkan area tertentu di dalam perairan yuridiksinya di mana pertukaran air *ballast* dapat dilakukan dengan aman dan efektif. Ketentuan alternatif ini memungkinkan fleksibilitas dalam pelaksanaan pertukaran air *ballast* sambil tetap memperhatikan keselamatan dan perlindungan lingkungan laut.

MARPOL (*Marine Pollution*) Annex VII mengatur tentang Pencegahan Pencemaran Air laut oleh Air *Ballast*.

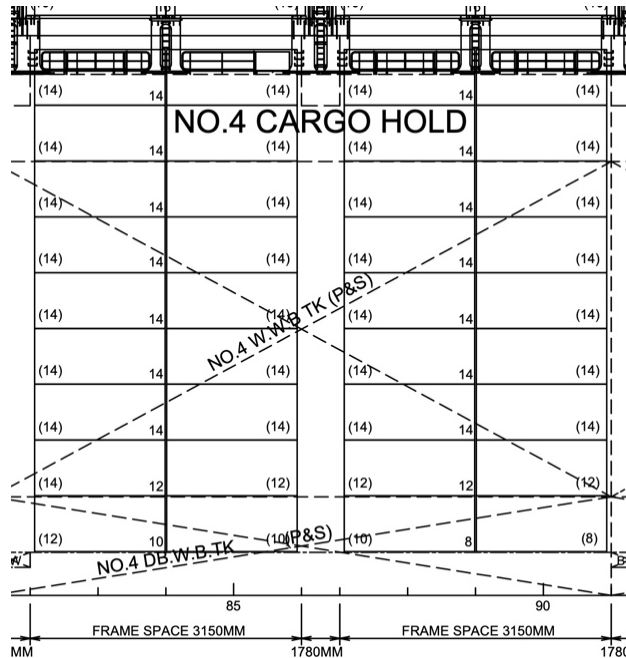
1. Marpol Annex VII mengatur tentang pembuangan air *ballast* dan pencegahan invasive dari kapal.
2. Dari jumlah tersebut lima Negara telah meratifikasi Konvensi yang dilaksanakan pada tahun 2017 itu, yaitu: Kenya, Madagaskar, Namibia, Seychelles dan Afrika Selatan.

Annex VII dari konvensi MARPOL 73/78 yang mengatur tentang pembuangan air *ballast* dan pencegahan penyebaran spesies invasive memang belum resmi, tetapi beberapa negara telah meratifikasi konvensi ini dan aturan-aturannya secara sukarela. Konvensi MARPOL sendiri yang diadopsi pada tahun 1973, terdiri dari enam lampiran terpisah yang mengatur berbagai jenis polusi dari kapal. Dengan tujuan sederhana yaitu untuk mencegah introduksi spesies akuatik berbahaya ke lingkungan baru melalui air *ballast*.

Salah satu aspek utama dalam MARPOL Annex VII ini yaitu cakupan pemberlakuannya untuk semua kapal yang beroperasi dalam lalu lintas internasional yang diwajibkan untuk mengelola air *ballast* dan sedimen sesuai dengan rencana pengelolaan air *ballast* yang spesifik untuk kapal dan diketahui sistem pengolahannya berbeda-beda tiap kapal.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa air *ballast* merupakan potensi pencemar serius bagi laut jika tidak dikelola dengan baik. Dampaknya tidak hanya bersifat ekologis tetapi juga sosial dan ekonomi. Karena itu, pendekatan holistic dan kerja sama internasional sangat diperlukan untuk mencegah dan mengatasi pencemaran yang ditimbulkan. Penggunaan *Ballast Water Management System* yang sesuai standar, kepatuhan terhadap regulasi IMO serta keterlibatan aktif semua pihak menjadi kunci utama dalam menjaga keberlanjutan ekosistem laut bagi generasi sekarang dan masa depan.

Gambar 2.3 Posisi Tangki *Ballast* APL Vancouver



Sumber: Data Primer Peneliti

Ada pula fungsi dari air *ballast* :

1. Sebagai pemberat kapal

Air *ballast* juga digunakan sebagai pemberat kapal atau penambah berat kapal pada saat kapal akan melakukan proses bongkar muat.

2. Penyeimbang kapal

Disamping fungsinya sebagai pemberat kapal juga berfungsi sebagai penyeimbang kapal disaat kapal sedang *trim* atau *list* yang dapat mengganggu aktivitas berlayar.

3. Menjaga kestabilan kapal

Air *ballast* dimasukkan ke dalam tangki *ballast* kapal saat kapal tidak membawa muatan untuk menjaga keseimbangan dan stabilitas kapal. Ketika kapal membawa muatan, air *ballast* dikeluarkan dari tangki *ballast* untuk mengurangi beban dan

meningkatkan efisiensi operasional kapal. Proses ini dikenal sebagai *ballasting* dan *deballasting*.

4. Meningkatkan keamanan pelayaran

Dalam cuaca buruk atau gelombang tinggi, air *ballast* membantu mencegah kapal terguling atau kehilangan kendali.

3. Pencemaran Air Laut

a. Definisi Pencemaran Air Laut

Pencemaran laut terjadi ketika partikel kimia, limbah industri, pertanian, atau permukiman, suara berisik, atau organisme asing masuk ke dalam lautan, menyebabkan dampak buruk bagi biota laut. Senyawa kimia berbahaya dapat diserap oleh plankton dan hewan dasar, kemudian masuk ke dalam rantai makanan dan terakumulasi, sehingga meningkatkan kadar racun. Pencemaran laut juga dapat terjadi ketika senyawa kimia bereaksi dengan oksigen, sehingga mengurangi kadar oksigen di perairan. Sumber pencemaran laut umumnya berasal dari daratan, baik melalui aliran air, angin, maupun tumpahan.

Pencemaran laut merupakan masalah lingkungan yang signifikan dan seringkali disebabkan oleh aktivitas manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Menurut Peraturan Pemerintah No. 19/1999, pencemaran laut didefinisikan sebagai masuknya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan laut yang menyebabkan penurunan kualitas laut dan tidak sesuai dengan baku mutu dan/atau fungsinya. Ini menunjukkan bahwa aktivitas manusia memiliki dampak besar terhadap kualitas lingkungan laut.

Hal ini merupakan isu serius baik secara nasional maupun internasional. Hal tersebut karena dampak zat berbahaya dari kegiatan manusia dapat mengganggu ekosistem di pantai dan

laut. Sumber pencemaran juga dapat beragam yang salah satunya adalah aktivitas kapal yang dapat menjadi satu factor utama dalam pencemaran air laut yaitu pembuangan air *ballast*. Dampaknya mencakup gangguan terhadap biota air, kualitas lingkungan dan estetika. Organisasi internasional seperti *International Maritime Organization* (IMO) berusaha mengatasi pencemaran air laut, terutama pertumpahan minyak dan bahan beracun untuk melindungi lingkungan maritim. (Chairil Amin Saputra 2024)

Pencemaran laut dikelompokkan ke dalam lima kelompok, antara lain pencemaran laut akibat aktivitas daratan yang menyebar di atmosfer, pencemaran akibat pembuangan limbah *domestic* atau *industry* yang bermuara ke pantai akibat aktivitas manusia, pencemaran akibat aktivitas bongkar muat kapal, dan pencemaran akibat aktivitas penambangan mineral lepas pantai atau penambangan di dasar laut.

Dasar hukum internasional untuk mencegah pencemaran air laut terdapat dalam *Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter* 1972, atau *London Dumping Convention*. Konvensi ini ditandatangani pada 29 Desember 1972 dan berlaku sejak 30 Agustus 1975. *London Dumping Convention* merupakan perpanjangan dari Konvensi Stockholm dan pada dasarnya membahas tentang larangan pembuangan limbah di lingkungan laut secara sengaja. Konvensi ini bertujuan untuk melindungi lingkungan laut dari dampak negatif pembuangan limbah dan polutan lainnya.

Konvensi ini bertujuan melindungi dan melestarikan lingkungan laut dari pencemaran dengan mewajibkan para pihak mengambil tindakan efektif, baik individu maupun kolektif,

sesuai kemampuan ilmiah, teknis, dan ekonomi mereka. Tujuannya adalah mencegah, mengurangi, dan bila mungkin menghentikan pencemaran laut akibat pembuangan atau pembakaran limbah atau bahan berbahaya lainnya. Dengan demikian, konvensi ini berperan penting dalam menjaga kelestarian lingkungan laut dan ekosistemnya.

Konvensi Internasional untuk Pencegahan Pencemaran dari Kapal 1973/1978 (MARPOL 1973/1978) adalah peraturan internasional yang dirancang untuk mencegah pencemaran laut. MARPOL mengatur prosedur pembuangan yang aman untuk mencegah kerusakan lingkungan laut dan menjaga keseimbangan ekosistem laut, meskipun tidak sepenuhnya melarang pembuangan zat pencemar ke laut. Semua sistem dan peralatan kapal yang terkait dengan peraturan ini harus memiliki sertifikat dari lembaga klasifikasi untuk memastikan kepatuhan terhadap standar internasional.

Pertama-tama harus ada zat atau energi yang dihasilkan oleh manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang masuk ke lingkungan laut. Masuknya zat atau energi tersebut dapat menyebabkan dampak negatif, seperti merusak sumber daya hayati laut, membahayakan kesehatan manusia, atau mengganggu keseimbangan ekosistem laut. Hal ini juga dapat memasukkan patogen dan organisme berbahaya ke dalam lingkungan laut melalui air *ballast* dan sedimennya.

Manusia memiliki potensi besar untuk memanfaatkan sumber daya alam, namun seringkali cenderung melakukan eksploitasi berlebihan dan menyebabkan kerusakan lingkungan serta pencemaran. Polusi di darat, air, dan udara dapat berdampak buruk pada kehidupan manusia dan lingkungan.

Polutan dalam air, seperti bahan kimia berbahaya, patogen, dan perubahan sifat fisika dan kimia air, dapat merusak ekosistem akuatik, membahayakan kesehatan manusia, serta mengancam keberlangsungan hidup berbagai spesies yang bergantung pada sumber daya air. Oleh karena itu, penting untuk mengelola sumber daya alam secara bijak dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Kapal yang tidak memiliki beban atau hanya membawa sedikit barang memerlukan ballast yang memadai untuk menjaga keseimbangan dan stabilitas selama perjalanan. Berat ballast yang ideal untuk pelayaran di lautan lepas biasanya sekitar sepertiga dari kapasitas angkut kapal. Penentuan ballast juga harus disesuaikan dengan jenis kapal, jalur yang akan dilalui, dan kondisi musim yang akan ditemui untuk memastikan keselamatan dan efisiensi operasional kapal.

Konvensi Internasional tentang Pengendalian dan Pengelolaan Air *Ballast* dan Sedimen 2004 mewajibkan negara-negara peserta untuk memastikan tiap kapal di bawah bendera mereka tidak membuang air *ballast* yang mengandung organisme berbahaya dan patogen, serta sedimen yang mungkin membawa organisme berbahaya. Konvensi ini juga mengamanatkan IMO untuk menyediakan pedoman implementasi yang memadai untuk membantu negara-negara peserta dalam melaksanakan ketentuan konvensi ini dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan laut.

Minimnya pengetahuan dan kepedulian untuk melestarikan lingkungan laut adalah salah satu Kurangnya kesadaran dan pemahaman tentang pentingnya menjaga kelestarian laut merupakan masalah yang mendesak untuk diatasi. Dengan

meningkatkan kesadaran dan pengetahuan tentang laut, kita dapat memunculkan rasa cinta dan tanggung jawab untuk melestarikan dan mengelola sumber daya laut dan pesisir dengan cara yang baik dan berkelanjutan.

b. Penyebab Pencemaran Air Laut

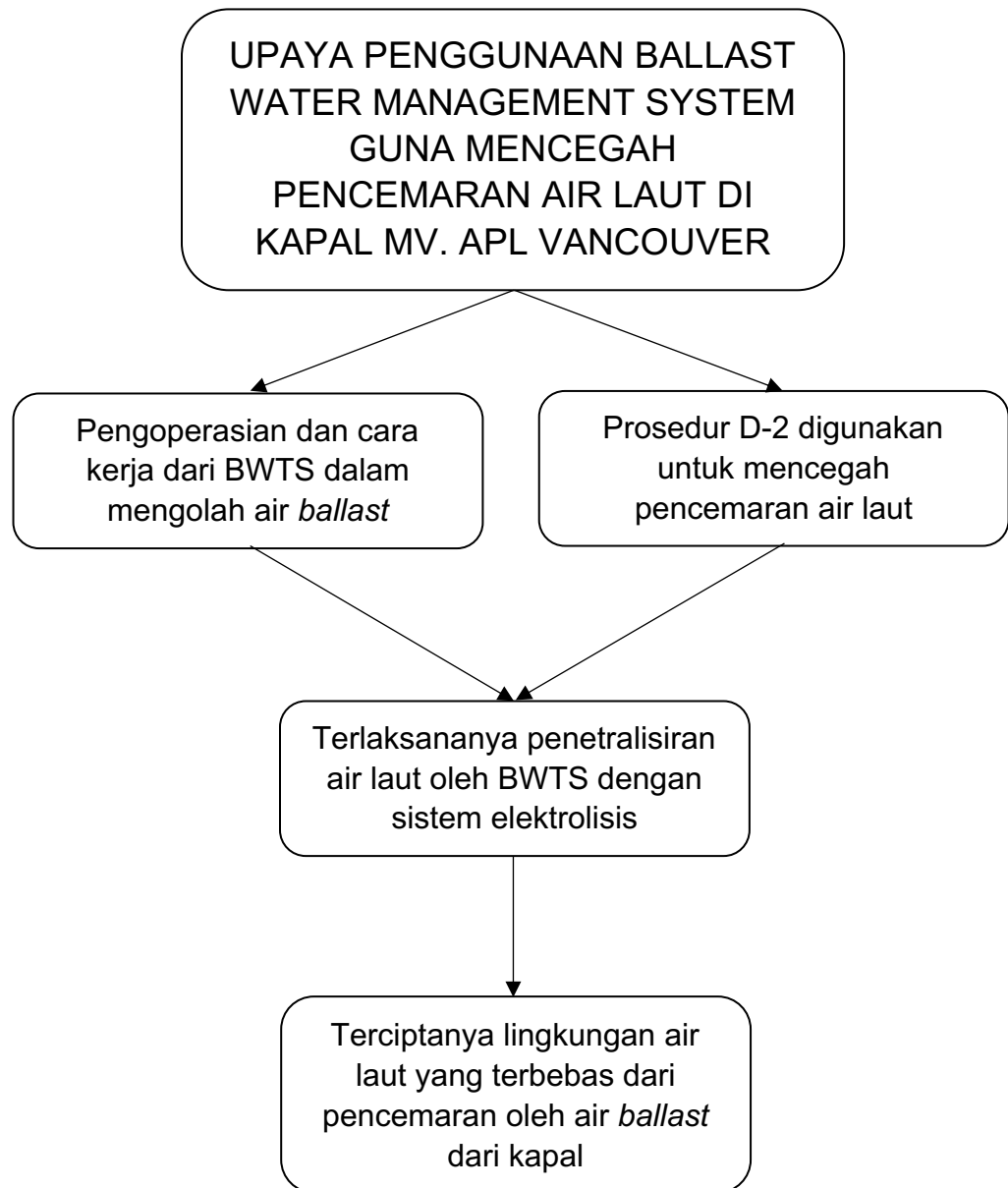
Beberapa penyebab utama pencemaran laut dan kerusakan ekosistem perairan laut di Indonesia meliputi:

- 1) Pencemaran air laut akibat tumpahan minyak dan pembuangan zat-zat yang berbahaya dari kapal-kapal.
- 2) Pembuangan limbah industri langsung ke sungai dan laut.
- 3) Penangkapan ikan dengan menggunakan bahan beracun dan bahan peledak.
- 4) Penebangan bakau baku kertas, arang dan bangunan serta konvensi lahan pesisir yang dibuka untuk pertambakan, pertanian/perkebunan, industry dan pemukiman.
- 5) Aktivitas wisata yang tidak memperhatikan kelestarian ekosistem laut.
- 6) Reklamasi pantai dan penambangan pasir laut.
- 7) Penambangan karang untuk bahan bangunan atau kapur dan pengambilan karang hidup untuk tujuan komersial.

Untuk mengatasi pencemaran air laut ini perlu ditingkatkan pengawasan dan penegakan hukum terhadap kegiatan manusia yang berpotensi mencemari laut, termasuk pembuangan limbah domestic dan industry yang tidak terkendali.

B. Kerangka Pikir

Gambar 2.4 Kerangka Pikir



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan yaitu kualitatif. Penelitian Kualitatif juga didefinisikan sebagai suatu strategi pencarian makna, pengertian, konsep, karakteristik, gejala, symbol maupun deskripsi suatu fenomena, focus, dan multimetode, bersifat alami dan holistic, mengutamakan kualitas, menggunakan beberapa cara, serta disajikan secara naratif dalam penelitian ilmiah (Sidiq & Choiri, 2019). Adapun jenis penelitian yang digunakan penelitian lapangan (*field research*), yaitu peneliti terjun langsung ke lapangan untuk mencari dan mengumpulkan data di atas kapal APL Vancouver.

B. Definisi Operasional Variabel

Dalam penulisan skripsi Upaya penggunaan *Ballast Water Management System* guna mencegah pencemaran air laut di kapal Apl Vancouver terdapat beberapa istilah penting yang perlu dipahami untuk memperjelas tujuan dan konsep yang dibahas, seperti :

1. Upaya adalah sebuah usaha untuk menyampaikan sesuatu atau kegiatan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. (Wahyu Baskoro, 2016)
2. Mencegah atau bisa juga disebut Pencegahan adalah suatu proses, cara, tindakan, mencegah, atau Tindakan menahan agar sesuatu hal tidak terjadi (Arief Mansur, 2008).

Dari kata di atas, skripsi ini ditulis untuk menjelaskan sebuah upaya dalam mencegah terjadinya pencemaran air laut oleh kapal.

C. Teknik Pengumpulan Data

Data dan informasi yang diperlukan untuk penyelesaian skripsi ini dengan menggunakan beberapa metode sebagai berikut :

1. Observasi

Observasi digunakan untuk mendapatkan data awal tentang penggunaan *Ballast Water Management System* guna mencegah pencemaran air laut.

2. Wawancara

Teknik wawancara terstruktur. Objek yang akan diwawancarai adalah *Chief Officer* dan *Officer Of The Watch* di kapal APL Vancouver

3. Dokumentasi

Teknik dokumentasi diterapkan untuk mengumpulkan data sekunder melalui pengamatan, pencatatan, dan pengutipan data dari sumber atau referensi yang ada, baik yang didapatkan selama penelitian maupun dari dokumentasi sebelumnya.

D. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah bersifat deskriptif kualitatif. Dengan menginterpretasikan data-data yang telah terkumpul dengan memberikan perhatian dan merekam sebanyak mungkin aspek situasi yang diteliti saat itu, sehingga memperoleh gambaran secara umum dan menyeluruh tentang penggunaan *Ballast Water Management System* guna mencegah pencemaran air laut.

Analisis data dilakukan secara bersamaan dengan proses pengumpulan data. Dalam penelitian kualitatif, analisis data umumnya melibatkan tiga tahap utama, yaitu:

1. Reduksi Data

Pada tahap ini dilakukan pemilihan tentang relevan tidaknya antara data yang terkumpul dilapangan dengan tujuan penelitian, maka dari itu perlu dicatat secara teliti dan rinci. Mereduksi data berarti merangkum, memilih hal-hal yang pokok, memfokuskan pada hal-hal yang penting. Dengan demikian data yang telah direduksi akan memberikan gambaran yang lebih jelas.

2. Display Data

Display data melibatkan penyajian data secara sistematis untuk memperoleh gambaran keseluruhan atau bagian tertentu dari penelitian. Pada tahap ini, peneliti mengklasifikasikan dan menyajikan data sesuai dengan pokok permasalahan, seringkali dengan menggunakan pengkodean untuk setiap sub-pokok permasalahan.

3. Kesimpulan dan Verifikasi

Penarikan kesimpulan dilakukan dengan mencari hubungan, permasalahan, dan perbedaan dalam data, serta membandingkan kesesuaian antara pernyataan objek penelitian dengan makna yang terkandung dalam penelitian. Verifikasi bertujuan untuk memastikan kesesuaian data dengan konsep-konsep dasar penelitian, sehingga hasil penelitian lebih akurat dan tepat.