

**ANALISIS PROSEDUR PEMBUANGAN AIR BALLAST DI
MT. TRANSKO ARIES**



MUH FIRJATULAH ALMAN

21.41.164

NAUTIKA

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

**ANALISIS PROSEDUR PEMBUANGAN AIR BALLAST DI
MT. TRANSKO ARIES**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Nautika

Disusun dan Diajukan oleh

Muh Firjatulah Alman
21.41.164

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

SKRIPSI
ANALISIS PROSEDUR PEMBUANGAN AIR BALLAST DI
MT. TRANSKO ARIES


MUH FIRJATULAH ALMAN
21.41.164

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada Tanggal

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Capt. Hadi Setiawan, M.T., M.Mar
NIP. 197510291998081001



Andi Muh Akbar Saputra, S.T., M.Pd

Mengetahui,

a.n Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I

Ketua Program Studi Nautika



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



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

Nama : Muh Firjatulah Alman
NIT : 21.41.164
Program Studi : Nautika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**ANALISIS PROSEDUR PEMBUANGAN AIR BALLAST DI MT.
TRANSKO ARIES**

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, 10 Mei 2025



Muh Firjatulah Alman

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "**Analisis Prosedur Pembuangan Air Ballast di MT. Transko Ariès**". Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma IV pada Program Studi Nautika di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu saya dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih kepada dosen pembimbing I saya, (Dr. Capt. Hadi Setiawan, M.M. M.Mar) dan dosen pembimbing II saya, (Andi Muh Akbar Saputra, S.T., M.Pd) atas bimbingan, arahan, dan motivasi yang diberikan. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada keluarga dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan moral dan materi.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan di bidang ilmu pelayaran terutama jurusan Nautika.

Akhir kata, saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat saya harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Makassar, 10 Mei 2025



Muh Firjatulah Alman

ABSTRAK

Muh Firjatulah Alman, Analisis Prosedur Pembuangan Air Ballast di MT. Transko Aries (dibimbing oleh Hadi Setiawan dan Andi Akbar Saputra)

Berdasarkan regulasi internasional, pembuangan air ballast harus dilakukan di perairan dalam yang berjarak minimal 200 mil laut dari garis pantai dan memiliki kedalaman minimal 200 meter. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian praktik pembuangan air ballast di kapal dengan standar internasional.

Dengan menggunakan metode deskriptif, penelitian ini mengumpulkan data melalui observasi dan dokumentasi untuk memahami proses pembuangan air ballast.

Proses pembuangan melibatkan perencanaan matang oleh nakhoda dan crew kapal, pelaksanaan pertukaran air ballast yang mencapai minimal 95%, serta evaluasi pasca-pembuangan untuk perbaikan berkelanjutan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembuangan air ballast dapat dilakukan dengan aman dan efisien jika prosedur yang tepat diikuti.

Kata kunci: Ballast, Pembuangan, Regulasi.

ABSTRACT

Muh Firjatulah Alman, *Analysis of Ballast Water Discharge Procedure on MT. Transko Aries (supervised by Hadi Setiawan and Andi Akbar Saputra)*

According to international regulations, ballast water discharge must be carried out in deep water that are at least 200 nautical miles away from the coastline and have a minimum depth of 200 meters. This study aims to determine the suitability of ballast water discharge practices on ships with international standards.

Using a descriptive method, this study collected data through observation and documentations to understand the ballast water discharge process.

The discharge process involves careful planning by the captain and crew, implementation of ballast water exchange that reaches a minimum of 95%, and post-discharge evaluation for continuous improvement. The results of this study indicate that ballast water discharge can be carried out safely and efficiently if the proper procedures are followed.

Keywords: Ballast, Discharge, Regulation.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Tinjauan Pustaka	4
B. Kerangka Pikir.....	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
A. Jenis Penelitian	26
B. Definisi Operasional Variabel	27
C. Teknik Pengumpulan Data	29
D. Teknik Analisis Data.....	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	50
A. Kesimpulan	50
B. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN	53
RIWAYAT HIDUP	58

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam dunia pelayaran, sistem air *ballast* memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga stabilitas, keseimbangan, dan integritas struktural kapal selama pelayaran. Air *ballast* digunakan untuk menyesuaikan berat dan keseimbangan kapal, terutama saat kapal dalam kondisi kosong atau memuat sebagian. MT Transko Aries mengandalkan sistem air *ballast* untuk memastikan operasionalnya berjalan dengan aman dan efisien. Oleh karena itu, pengelolaan air *ballast* harus dilakukan secara cermat dan sesuai prosedur yang berlaku, baik dari sisi teknis maupun regulasi internasional seperti *Ballast Water Management Convention (BWMC)* yang dikeluarkan oleh *International Maritime Organization (IMO)*.

Namun, dalam praktiknya, sistem air *ballast* tidak selalu berjalan tanpa kendala. Salah satu masalah krusial yang dapat mengganggu kinerja sistem ini adalah kebocoran. Kebocoran pada sistem air *ballast* dapat berdampak serius terhadap kestabilan kapal, efisiensi operasional, dan bahkan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan laut jika tidak ditangani secara tepat. Kejadian kebocoran yang terjadi di MT. Transko Aries menjadi kasus yang penting untuk dianalisis, mengingat kapal ini merupakan salah satu kapal tanker yang beroperasi secara aktif dalam kegiatan pengangkutan muatan cair. Kebocoran pada sistem air *ballast* di kapal ini menimbulkan sejumlah persoalan teknis dan operasional, terutama dalam prosedur pembuangan air *ballast* yang seharusnya dilakukan sesuai dengan standar keselamatan dan kelestarian lingkungan.

Prosedur pembuangan air *ballast* merupakan tahapan yang sangat penting dan tidak boleh dilakukan secara sembarangan. Prosedur ini melibatkan berbagai komponen teknis seperti pompa, pipa

ballast, katup, dan sistem kontrol otomatis. Ketika terjadi kebocoran, maka integritas sistem terganggu dan kemungkinan besar prosedur pembuangan tidak dapat berjalan sesuai dengan protokol yang ditetapkan. Di sisi lain, *crew* kapal juga dituntut untuk memiliki kompetensi dan ketelitian tinggi dalam menangani kondisi darurat semacam ini. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis mendalam terhadap bagaimana prosedur pembuangan air *ballast* dilaksanakan pada saat terjadi kebocoran, serta mengidentifikasi kelemahan dan potensi perbaikan dari sistem yang ada di MT. Transko Aries.

Selain aspek teknis, faktor manajemen dan kepatuhan terhadap regulasi juga menjadi bagian integral dalam menganalisis peristiwa ini. Kebocoran dalam sistem *ballast* tidak hanya berdampak pada kinerja kapal, tetapi juga memiliki konsekuensi hukum jika terbukti menyebabkan pencemaran laut. Dalam konteks ini, penting untuk mengetahui sejauh mana perusahaan pelayaran dan awak kapal memahami serta menerapkan prosedur yang sesuai dalam kondisi tidak normal. Dengan meneliti prosedur pembuangan air *ballast* saat terjadi kebocoran di kapal MT. Transko Aries, diharapkan dapat ditemukan solusi yang tidak hanya bersifat teknis tetapi juga prosedural dan manajerial.

Melalui penelitian ini, penulis bertujuan untuk memberikan kontribusi terhadap peningkatan keselamatan operasional kapal dan perlindungan lingkungan laut. Hasil analisis ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi dunia maritim, khususnya bagi pengelola kapal tanker, dalam meningkatkan sistem pemeliharaan dan prosedur darurat terkait sistem ballast. Lebih jauh lagi, studi ini juga diharapkan dapat mendorong peningkatan pelatihan *crew* kapal dalam menangani kebocoran serta mendorong pengembangan teknologi yang lebih andal dalam sistem *ballast* kapal. Dengan demikian, permasalahan yang terjadi di MT. Transko Aries bukan hanya menjadi insiden yang

dilupakan, tetapi dapat menjadi pelajaran berharga bagi peningkatan standar operasional kapal secara keseluruhan.

B. Rumusan Masalah

Bagaimana pelaksanaan prosedur pembuangan air ballast di MT. Transko Aries berdasarkan Ballast Water Management Plan (BWMP), serta sejauh mana kebocoran tangki ballast dapat mempengaruhi efektivitas dan kepatuhan terhadap prosedur tersebut?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis apakah kebocoran tangki air *ballast* dapat mempengaruhi prosedur pembuangan air *ballast* di MT. Transko Aries serta mengevaluasi kesesuaian prosedur yang diterapkan dengan standar internasional, *MARPOL Annex I* dan konvensi pengelolaan air *ballast (BWM Convention)*, guna memberikan rekomendasi perbaikan operasional.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, baik secara teoritis maupun praktis, antara lain:

1. Secara Teoritis, yaitu dapat memberikan kontribusi secara teoritis dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang perkapalan dan manajemen operasional kapal, khususnya yang berkaitan dengan sistem air *ballast* dan prosedur penanganannya.
2. Secara Praktis, yaitu memberikan manfaat bagi para pelaut dan industri maritim dengan menyediakan panduan praktis dan informasi yang berguna untuk melakukan pembuangan air *ballast* yang aman, efektif, dan ramah lingkungan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Air Ballast

Menurut Utoko (2021), air *ballast* merupakan komponen penting dalam desain dan operasional kapal modern. Dengan demikian, pengelolaan air *ballast* yang efektif sangat penting untuk memastikan keselamatan kapal dan lingkungan laut. Air *ballast* memainkan peran penting dalam menjaga stabilitas dan keseimbangan kapal. Fungsi utamanya adalah sebagai pemberat yang memastikan kapal tetap stabil dan seimbang, terutama saat kapal berlayar dengan muatan kosong atau setengah terisi. Penggunaan air *ballast* sangat krusial dalam operasional kapal untuk memastikan keselamatan dan efisiensi pelayaran. Dengan mengatur jumlah air *ballast* yang tepat, kapal dapat menjaga keseimbangan dan stabilitasnya, bahkan dalam kondisi muatan yang bervariasi.

Aturan internasional tentang pencemaran laut sangat penting untuk melindungi lingkungan laut dari berbagai ancaman. Khususnya, *annex I* dan *V* membahas tentang bahaya air di dalam kapal yang dapat mengandung zat-zat berbahaya seperti minyak. Jika dibuang sembarangan, minyak ini dapat mencemari laut dan merusak lingkungan laut. *Annex VII* dari konvensi *IMO* tentang pengelolaan air pemberat memiliki tujuan yang sama pentingnya. *Annex* ini membahas pencegahan penyebaran organisme akuatik dan patogen berbahaya melalui air pemberat kapal. Dengan menetapkan standar dan prosedur yang harus diikuti, *annex VII* bertujuan untuk mengendalikan dan mengelola air pemberat dengan efektif.

Pengelolaan air pemberat yang efektif sangat penting untuk mengurangi penyebaran spesies invasif yang diangkut melalui air

ballast. Spesies invasif ini dapat menyebabkan kerusakan pada ekosistem laut dan mengancam keberlangsungan hidup spesies asli. Oleh karena itu, pengelolaan air pemberat yang baik sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem laut. Dengan mengikuti standar dan prosedur yang ditetapkan dalam *annex VII*, kapal dapat mengurangi risiko penyebaran spesies invasif dan patogen berbahaya. Hal ini tidak hanya membantu melindungi lingkungan laut, tetapi juga meningkatkan keberlanjutan aktivitas maritim. Dalam jangka panjang, pengelolaan air pemberat yang efektif dapat membantu menjaga keseimbangan ekosistem laut dan melindungi keanekaragaman hayati laut. Oleh karena itu, penting bagi kapal untuk mematuhi aturan internasional tentang pengelolaan air pemberat dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan laut.

Beberapa studi sebelumnya menunjukkan bahwa spesies asing yang masuk ke suatu area dapat menyebabkan gangguan invasif terhadap spesies lokal atau keseimbangan ekosistem. Hal ini menjadi perhatian serius dalam konteks pelayaran internasional, terutama terkait dengan pembuangan air ballast kapal.

Data menunjukkan bahwa jumlah kunjungan kapal asing ke pelabuhan Indonesia lebih tinggi dibandingkan kapal berbendera Indonesia. Dengan volume lalu lintas kapal yang tinggi ini, risiko penyalahgunaan pembuangan air *ballast* oleh kapal asing menjadi lebih besar. Oleh karena itu, penting untuk memantau dan mengatur pembuangan air *ballast* kapal asing yang masuk ke perairan Indonesia. Penerapan Konvensi Internasional tentang Pengendalian dan Manajemen Air *Ballast* pada tahun 2004 menjadi sangat krusial dalam mengatasi masalah ini. Konvensi ini bertujuan untuk mengurangi risiko penyebaran spesies invasif dan patogen berbahaya melalui air *ballast* kapal. Dengan penerapan konvensi ini, diharapkan dapat melindungi lingkungan laut Indonesia dari ancaman pencemaran dan kerusakan ekosistem.

Peristiwa kematian massal ikan di Teluk Lampung pada tahun 2012 menunjukkan dampak serius dari masuknya organisme akuatik invasif yang diduga terbawa oleh air *ballast* kapal. Organisme asing ini dapat mengancam ekosistem laut dan menyebabkan gangguan pada spesies lokal jika tidak ditangani dengan baik. (MS Arif & HA Kurniawati, 2016).

Pemerintah Republik Indonesia telah mengeluarkan Peraturan Presiden No. 132 tahun 2015 yang menyetujui ratifikasi konvensi internasional tahun 2004 tentang pengendalian dan manajemen air *ballast* dan sedimen kapal. Konvensi ini merupakan perjanjian internasional yang bertujuan untuk mengatur pengelolaan air *ballast* kapal agar tidak mencemari lingkungan laut.

Dengan ratifikasi konvensi ini, Indonesia berkomitmen untuk menerapkan pengelolaan air *ballast* yang efektif dan ramah lingkungan. Hal ini berarti bahwa semua kapal di Indonesia wajib menerapkan pengelolaan air *ballast* yang sesuai dengan standar internasional. Tujuan utama dari pengelolaan air *ballast* adalah untuk mencegah penyebaran spesies invasif dan patogen berbahaya melalui air *ballast* kapal. Dengan demikian, ratifikasi konvensi ini diharapkan dapat membantu melindungi lingkungan laut Indonesia dan menjaga keseimbangan ekosistem laut.

Menurut Ismail (2021), air *ballast* memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan dan stabilitas kapal. Fungsi utamanya adalah sebagai pemberat kapal, terutama saat kapal kosong atau sedang bongkar muat barang. Dengan demikian, air *ballast* membantu memastikan keselamatan dan efisiensi operasional kapal. Selain itu, air *ballast* juga memastikan bahwa baling-baling kapal tetap terendam air, sehingga kapal dapat bergerak dengan efektif. Dengan demikian, air *ballast* memainkan peran kunci dalam menjaga kinerja kapal dan memastikan bahwa kapal dapat beroperasi dengan baik dalam berbagai kondisi.

Sesuai dengan SE No. 20 tahun 2019, kapal yang bersertifikat *Ballast Water Management* diwajibkan untuk menerapkan penggunaan *Ballast Water Treatment (Metode D-2)* untuk mengelola air *ballast* mereka. Peraturan ini mulai berlaku pada 8 September 2019, dan semua kapal yang bersertifikat harus mematuhi ketentuan ini.

Peraturan Pemerintah tahun 2010 telah mengkategorikan pembuangan air *ballast* dari kapal sebagai pencemaran lingkungan laut. Regulasi ini sejalan dengan peraturan internasional yang mengatur pengelolaan air ballast untuk mencegah pencemaran laut. Dengan demikian, Indonesia menunjukkan komitmennya untuk melindungi lingkungan laut dari dampak negatif pembuangan air ballast.

Ballast Water Management yang diadopsi oleh *IMO* bertujuan untuk mengontrol dan mengelola air ballast untuk mengurangi dampak berbahaya pada lingkungan laut. Penyebaran mikroorganisme melalui operasi *ballasting* kapal dapat menyebabkan kerusakan pada ekosistem laut, dan regulasi ini bertujuan untuk mencegah hal tersebut. Dengan penerapan *Ballast Water Treatment* dan regulasi yang ketat, diharapkan dapat mengurangi risiko pencemaran laut dan melindungi keanekaragaman hayati laut. Oleh karena itu, penting bagi kapal untuk mematuhi peraturan dan standar internasional dalam mengelola air *ballast* mereka.

Konvensi Internasional Pengendalian Air *Ballast* (2004) memiliki tujuan utama untuk mencegah penyebaran organisme laut invasif melalui air *ballast*. Negara-negara peserta konvensi ini harus memastikan bahwa kapal-kapal mereka mematuhi aturan yang ditetapkan dan mengikuti pedoman dari *IMO* untuk mengelola air *ballast* dengan efektif. Implementasi *Ballast Water Management* melibatkan kebijakan keselamatan dan perlindungan lingkungan

yang harus dijalankan oleh nakhoda dan *crew* kapal. Pertemuan rutin dilakukan untuk membahas dan mengevaluasi rencana kerja guna mencapai hasil yang diinginkan dalam pengelolaan air *ballast*. Dengan demikian, diharapkan dapat mengurangi risiko penyebaran organisme laut invasif dan melindungi lingkungan laut.

Air ballast merupakan air laut yang dimasukkan ke dalam tangki ballast kapal dengan tujuan menjaga keseimbangan, stabilitas, dan kekuatan struktur kapal selama pelayaran. Pada kapal niaga, penggunaan air ballast menjadi sangat penting terutama ketika kapal tidak memuat muatan penuh atau dalam kondisi kosong (*in ballast condition*). Dengan adanya air ballast, kapal dapat mempertahankan posisi draft yang aman sehingga tidak mengalami trim berlebihan atau oleng (*listing*).

a. Proses Ballasting

Ballasting adalah proses mengisi tangki ballast dengan air laut melalui sistem pipa dan pompa ballast. Proses ini dilakukan agar kapal memiliki berat tambahan (*deadweight*) sehingga lebih stabil saat berlayar, terutama ketika tidak mengangkut muatan. Kapal dengan stabilitas yang kurang baik dapat berisiko mengalami kemiringan berbahaya akibat gelombang atau angin kencang. Oleh karena itu, ballasting tidak hanya berfungsi menambah beban, tetapi juga mengatur distribusi berat agar kapal seimbang. Selain itu, ballasting berfungsi menjaga kekuatan struktural kapal. Kapal kosong cenderung memiliki lambung yang tidak mendapat dukungan dari muatan. Dengan menambahkan air ballast, gaya tekan dari luar dapat diseimbangkan oleh tekanan internal dalam tangki, sehingga mengurangi risiko kerusakan struktur akibat tekanan air laut. Fungsi lain ballasting adalah mengatur trim kapal, yaitu perbedaan draft bagian haluan dan buritan, agar sesuai dengan ketentuan navigasi dan operasional.

Dalam praktiknya, ballasting harus memperhatikan faktor lokasi pengambilan air. Pengisian air ballast di perairan pelabuhan, muara sungai, atau daerah dengan potensi polusi sangat dilarang karena berisiko membawa organisme atau sedimen berbahaya. Oleh sebab itu, proses ballasting lebih aman dilakukan di laut lepas dengan kedalaman yang memadai. Pengaturan ini sesuai dengan ketentuan Ballast Water Exchange (Regulation D-1 IMO BWM Convention).

b. Proses De-ballasting

De-ballasting adalah proses pengeluaran air ballast dari tangki kapal. Proses ini umumnya dilakukan saat kapal akan menerima muatan, sehingga ruang cadangan daya apungnya kembali tersedia. Pengeluaran air ballast dilakukan melalui pompa ballast yang dialirkan keluar kapal melalui overboard discharge valve. Dalam teori keselamatan pelayaran, de-ballasting sama pentingnya dengan ballasting. Jika proses ini dilakukan tidak sesuai prosedur, kapal dapat kehilangan stabilitas secara mendadak sehingga menimbulkan risiko kecelakaan. Misalnya, de-ballasting yang tidak seimbang antar tangki dapat menyebabkan kapal miring ke salah satu sisi (heeling), atau haluan-buritan tidak seimbang (trim excessive). Oleh sebab itu, prosedur de-ballasting harus memperhatikan urutan, debit pengeluaran, dan kondisi lingkungan sekitar.

Dari sisi lingkungan, pembuangan air ballast membawa risiko besar karena dapat melepaskan organisme asing ke dalam perairan. Untuk mengurangi risiko tersebut, IMO menetapkan standar pengelolaan melalui dua pendekatan: (1) Ballast Water Exchange (BWE), yakni pembuangan air ballast lama di laut lepas dan penggantian dengan air laut baru; (2) Ballast Water Treatment System (BWTS), yaitu pengolahan air ballast menggunakan teknologi filtrasi, UV, atau bahan kimia sebelum

dibuang. Saat ini, BWTS menjadi standar global melalui Regulation D-2 IMO BWM Convention.

c. Pentingnya Prosedur Ballasting dan De-ballasting

Prosedur ballasting dan de-ballasting memiliki tiga dimensi penting: keselamatan, lingkungan, dan regulasi. Dari aspek keselamatan, prosedur yang tepat akan memastikan kapal tetap stabil, trim terkendali, dan struktur lambung terjaga. Kesalahan dalam ballasting maupun de-ballasting dapat menyebabkan kapal kehilangan stabilitas, miring, bahkan terbalik. Dari aspek lingkungan, prosedur ini berfungsi mencegah pencemaran dan penyebaran spesies asing. Contoh nyata adalah masuknya zebra mussel ke Amerika Utara melalui air ballast kapal, yang kemudian menimbulkan kerugian ekonomi dan ekologi yang sangat besar. Hal ini menjadi bukti bahwa prosedur de-ballasting yang tidak dikontrol dapat menimbulkan dampak global. Dari aspek regulasi, kepatuhan terhadap aturan internasional seperti IMO Ballast Water Management Convention, MARPOL 73/78, serta ketentuan SOLAS Regulation 9 (Chapter V) sangat diperlukan. SOLAS Regulation 9 menegaskan kewajiban kapal untuk memiliki peta laut terbaru dan publikasi nautika sebagai acuan navigasi, termasuk saat menentukan lokasi aman untuk melakukan pertukaran atau pembuangan ballast. Dengan demikian, ketiga aspek ini saling mendukung dalam mewujudkan pelayaran yang aman, efisien, dan ramah lingkungan.

d. Hubungan Ballasting dan De-ballasting dengan Prosedur Pembuangan

Dalam praktik operasional kapal, prosedur ballasting dan de-ballasting diatur dalam Ballast Water Management Plan (BWMP) yang disetujui oleh otoritas maritim. BWMP memuat instruksi teknis seperti tata cara pengoperasian pompa, urutan tangki yang diisi atau dikosongkan, lokasi yang diizinkan, serta

penggunaan teknologi BWTS. Selain itu, setiap kegiatan harus dicatat dalam Ballast Water Record Book untuk keperluan audit oleh Port State Control. Hubungan antara ballasting dan de-ballasting dengan prosedur pembuangan sangat erat, karena keduanya merupakan siklus yang berkesinambungan. Proses ballasting menentukan kualitas air yang nantinya akan dikeluarkan saat de-ballasting. Jika pengisian air ballast dilakukan di lokasi terkontaminasi, maka pembuangannya berisiko mencemari laut di lokasi lain. Oleh karena itu, perencanaan sejak proses ballasting menjadi faktor utama untuk memastikan pembuangan air ballast sesuai prosedur yang ramah lingkungan.

Selain itu, pemilihan metode pembuangan juga harus memperhatikan kondisi navigasi kapal. Misalnya, prosedur de-ballasting di alur sempit atau dekat pelabuhan sangat dilarang, karena selain membahayakan lingkungan juga dapat mengganggu keselamatan navigasi. Di sinilah relevansi COLREG Rule 9 (Narrow Channels) dan SOLAS Regulation 9 (Nautical Charts) muncul sebagai landasan tambahan. COLREG mengatur tata cara pelayaran di alur sempit, sementara SOLAS memastikan perwira kapal memiliki data navigasi yang akurat untuk menentukan lokasi aman melakukan pembuangan air ballast.

2. *Ballast Water Management* MT. Transko Aries

Ballast Water Management (BWM) di MT. Transko Aries adalah serangkaian prosedur dan praktik yang sangat penting untuk memastikan operasional kapal yang aman sekaligus melindungi ekosistem laut global. Fungsi utama manajemen air *ballast* adalah untuk menjaga stabilitas kapal, keseimbangan (*trim*), dan kekuatan struktural selama berbagai kondisi operasional, terutama saat kapal berlayar tanpa muatan penuh atau saat melakukan bongkar muat

kargo. Air laut yang diambil sebagai *ballast* ditempatkan di tangki-tangki khusus untuk menambah berat kapal, memastikan propeler terendam optimal, dan mengurangi tegangan pada lambung kapal akibat pergerakan gelombang. Namun, aspek terpenting dari *BWM* saat ini adalah pencegahan penyebaran spesies asing invasif yang dapat ikut terbawa dalam air *ballast* dari satu perairan ke perairan lain, yang berpotensi merusak keanekaragaman hayati lokal dan ekosistem akuatik. Untuk memenuhi tujuan ganda ini, MT. Transko Aries harus mematuhi sepenuhnya Konvensi Internasional untuk Pengendalian dan Manajemen Air *Ballast* dan Sedimen Kapal (*BWM Convention*) tahun 2004 yang ditetapkan oleh *International Maritime Organization (IMO)*. Konvensi ini mewajibkan setiap kapal yang beroperasi di perairan internasional untuk memiliki dan menerapkan *Ballast Water Management Plan (BWMP)* yang spesifik untuk kapal tersebut. *BWMP* ini berfungsi sebagai panduan operasional komprehensif yang merinci semua prosedur terkait air ballast, mulai dari bagaimana dan kapan air *ballast* diambil, bagaimana ia dikelola selama pelayaran (baik melalui pertukaran air *ballast* di laut dalam atau pengolahan menggunakan sistem khusus), hingga bagaimana dan kapan ia dibuang di pelabuhan tujuan. Dokumen ini juga mencakup prosedur darurat dan penanganan sedimen yang mungkin terakumulasi di dalam tangki ballast.

Seiring dengan implementasi Konvensi *BWM*, MT. Transko Aries kemungkinan besar telah dilengkapi dengan *Ballast Water Treatment System (BWTS)* atau sistem pengolahan air *ballast*. Sistem ini merupakan teknologi canggih yang dirancang untuk membunuh atau menonaktifkan organisme hidup dan patogen dalam air *ballast* sebelum dibuang kembali ke laut. Proses pengolahan dapat bervariasi, meliputi kombinasi filtrasi untuk menghilangkan partikel besar, diikuti dengan metode desinfeksi seperti paparan sinar ultraviolet (UV), elektro-klorinasi (produksi zat disinfektan dari

air laut), atau penggunaan bahan kimia. Penggunaan *BWTS* ini sangat mengurangi risiko biologis dari air *ballast* dan merupakan standar yang harus dipenuhi oleh sebagian besar kapal baru atau kapal yang akan melewati masa survei tertentu. Operasional *BWTS* ini harus selalu dicatat dalam *Ballast Water Record Book kapal*.

Secara keseluruhan, *Ballast Water Management* di MT. Transko Aries bukan sekadar rutinitas operasional, melainkan sebuah komitmen terhadap keselamatan maritim dan perlindungan lingkungan. Manajemen yang efektif memerlukan pemahaman mendalam dari seluruh kru kapal mengenai *BWMP*, pengoperasian sistem perpipaan *ballast* dan *BWTS*, serta prosedur darurat yang harus diambil jika terjadi masalah, seperti kebocoran yang disinggung sebelumnya. Inspeksi rutin, pemeliharaan preventif, dan pelatihan berkelanjutan bagi *crew* kapal menjadi kunci utama untuk memastikan bahwa seluruh proses *BWM* berjalan lancar, aman, dan sesuai dengan regulasi, sehingga MT. Transko Aries dapat terus beroperasi secara bertanggung jawab tanpa mengancam ekosistem laut yang dilaluinya.

3. Regulasi oleh *IMO*, Standar Pengolahan Air *Ballast*

Konvensi Internasional Pengelolaan Air *Ballast* Kapal dan Sedimen diadopsi oleh *IMO* pada Februari 2004 dengan tujuan utama untuk mencegah penyebaran spesies invasif melalui air *ballast*. Konvensi ini bertujuan untuk melindungi ekosistem maritim dari dampak negatif yang disebabkan oleh penyebaran spesies invasif melalui air *ballast* kapal. Konvensi ini mulai berlaku 12 bulan setelah diratifikasi oleh 30 negara yang mewakili 35% *tonase* pelayaran dunia. Hal ini menunjukkan bahwa konvensi ini memiliki dukungan internasional yang luas dan komitmen untuk melindungi lingkungan laut. Dengan demikian, diharapkan dapat mengurangi risiko penyebaran spesies invasif dan melindungi keanekaragaman hayati laut. Aturan dalam konvensi ini mewajibkan kapal-kapal untuk

mengelola air ballast sesuai standar yang ditetapkan. Dengan pengelolaan air ballast yang efektif, diharapkan dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan laut dan melindungi ekosistem maritim. Oleh karena itu, penting bagi kapal-kapal untuk mematuhi aturan dan standar yang ditetapkan dalam konvensi ini.

Regulasi *IMO* terkait pengolahan air ballast memiliki beberapa poin utama:

- a. **Penggunaan Sistem Manajemen Air *Ballast*:** Kapal harus menggunakan sistem manajemen air *ballast* yang memenuhi standar tertentu untuk menghilangkan, mengurangi, atau mengendalikan organisme hidup dalam air *ballast*.
- b. **Persyaratan Teknis:** Sistem manajemen air *ballast* harus memenuhi persyaratan teknis yang ditetapkan oleh *IMO*, termasuk ukuran partikel yang dihilangkan dan efektivitas pengolahan.
- c. **Pengujian dan Sertifikasi:** Sistem manajemen air *ballast* harus diuji dan disertifikasi sesuai dengan standar *IMO* sebelum digunakan di kapal.
- d. **Pemantauan dan Pelaporan:** Kapal harus melakukan pemantauan secara teratur terhadap efektivitas sistem dan melaporkan hasil pemantauan dan operasi sistem kepada otoritas yang berwenang.
- e. **Penerapan dan Penegakan:** Negara-negara anggota *IMO* bertanggung jawab untuk menerapkan dan menegakkan regulasi terkait pengolahan air *ballast* di wilayah perairan mereka.

Menurut Pahlewi (2023), regulasi *IMO* tentang pengolahan air *ballast* memiliki tujuan utama untuk mengurangi risiko penyebaran organisme invasif yang dapat merusak ekosistem laut. Penyebaran organisme invasif dapat berdampak negatif pada keanekaragaman hayati laut dan keseimbangan ekosistem. Dampak negatif dari penyebaran organisme invasif tidak hanya terbatas pada lingkungan

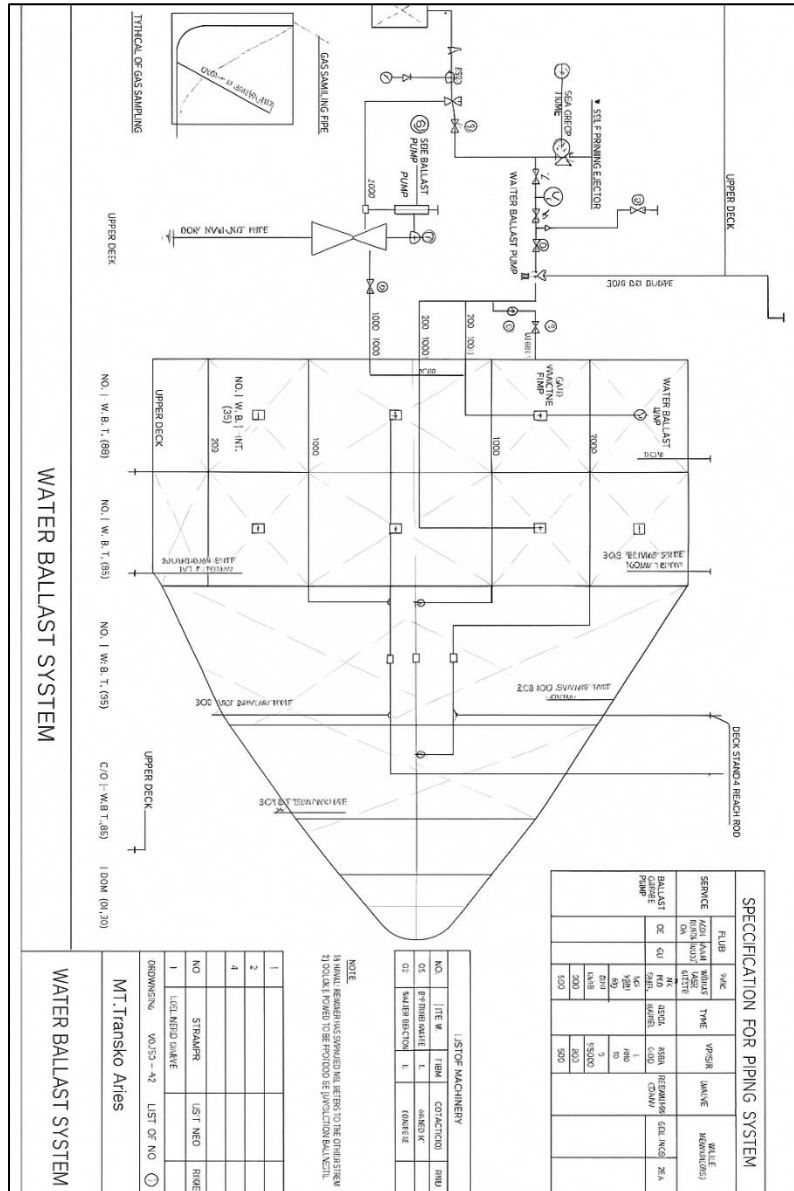
laut, tetapi juga dapat mempengaruhi kegiatan ekonomi dan kehidupan manusia yang bergantung pada sumber daya laut. Oleh karena itu, regulasi *IMO* tentang pengolahan air *ballast* sangat penting untuk melindungi ekosistem laut dan mengurangi risiko penyebaran organisme invasif.

Menurut Basuki (2020), peraturan *IMO* melarang pembuangan air *ballast* kapal ke laut secara langsung karena berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan laut. Oleh karena itu, air *ballast* wajib diolah terlebih dahulu menggunakan sistem pengolahan air *ballast* sebelum dibuang ke laut.

Mulai 8 September 2019, kapal yang belum memiliki sertifikat pengelolaan air *ballast* diwajibkan menggunakan metode pengolahan D-2. Metode ini merupakan standar internasional untuk pengelolaan air *ballast* yang efektif dalam mengurangi risiko penyebaran organisme invasif dan melindungi lingkungan laut. Dengan demikian, diharapkan dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan laut dan melindungi keanekaragaman hayati laut.

4. Piping System Ballast Water MT. Transko Aries

Gambar 2.1 Piping System Ballast Water MT. Transko Aries



Sumber: MT. Transko Aries, 2024.

Sistem perpipaan air *ballast* di MT. Transko Aries adalah jaringan integral yang dirancang khusus untuk mengelola air laut yang diisi atau dibuang dari tangki-tangki ballast. Fungsi utamanya adalah menjaga stabilitas longitudinal dan transversal kapal,

mengontrol trim (kemiringan memanjang), dan memastikan kekuatan struktural lambung, terutama saat kapal berlayar dalam kondisi kosong (tanpa muatan kargo) atau dengan muatan parsial. Air *ballast* membantu menenggelamkan bagian kapal agar baling-baling terendam sempurna dan kemudi berfungsi optimal, serta mengurangi tegangan pada lambung kapal akibat gelombang. Jaringan perpipaan ini menghubungkan *sea chest* (lubang hisap di lambung kapal) dengan tangki-tangki ballast yang biasanya tersebar di lambung ganda (*double hull*), puncak haluan (*fore peak tank*), dan puncak buritan (*aft peak tank*), semuanya dikendalikan melalui *manifold* dan serangkaian katup.

Komponen inti dari sistem perpipaan air *ballast* ini melibatkan pompa *ballast* berkapasitas tinggi. Pompa ini berperan ganda: menghisap air laut dari *sea chest* untuk mengisi tangki-tangki ballast, dan juga membuang air dari tangki-tangki *ballast* kembali ke laut. Seluruh aliran air *ballast* diatur oleh jaringan kompleks katup-katup (*valves*) yang bisa dioperasikan secara manual dari dek atau secara *hidrolik/pneumatik* dari ruang kontrol atau anjungan. Katup-katup ini sangat penting untuk mengarahkan air ke tangki yang diinginkan, mengisolasi tangki tertentu, atau mengalihkan aliran untuk proses pertukaran atau pengolahan air *ballast*. Desain perpipaan juga memastikan bahwa tidak ada kontaminasi silang antara sistem air *ballast* dan sistem kargo, yang sangat krusial untuk mencegah pencemaran dan menjaga integritas muatan. Material pipa yang digunakan umumnya adalah baja karbon yang dilapisi atau baja tahan karat untuk menahan korosi dari air laut.

Sejalan dengan regulasi maritim internasional, terutama Konvensi Internasional untuk Pengendalian dan Manajemen Air *Ballast* dan Sedimen Kapal (*BWM Convention*), sistem perpipaan air ballast di MT. Transko Aries juga sangat mungkin terintegrasi dengan *Ballast Water Treatment System (BWTS)* atau sistem

pengolahan air ballast. Ketika air ballast diambil atau dibuang, ia akan melewati unit *BWTS* ini, yang menggunakan teknologi seperti filtrasi, sinar UV, atau elektro-klorinasi untuk membunuh atau menonaktifkan organisme laut berbahaya sebelum air dibuang kembali ke lingkungan laut. Integrasi ini menambah kompleksitas pada jaringan perpipaan, dengan jalur tambahan yang mengarahkan air ke dan dari unit *BWTS*, serta bypass line untuk situasi darurat atau pemeliharaan. Oleh karena itu, perencanaan, pemasangan, dan pemeliharaan rutin dari seluruh sistem perpipaan air ballast, termasuk komponen *BWTS*, adalah prioritas utama untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan, menjaga keselamatan kapal, dan mencegah insiden seperti kebocoran yang dapat memiliki dampak serius.

5. Bahaya dan Dampak Pembuangan Air *Ballast*

Menurut Anigtyas (2020), air *ballast* memegang peranan penting dalam operasi kapal yang aman dan efisien. Namun, penggunaan air *ballast* juga berpotensi menimbulkan masalah serius yang berdampak pada ekologi, ekonomi, dan kesehatan. Ketika kapal mengambil air *ballast* dari laut, berbagai organisme seperti bakteri, mikroba, dan larva ikut terbawa ke dalam tangki *ballast*.

Jika air ballast yang mengandung organisme ini kemudian dilepaskan di lokasi yang berbeda, organisme tersebut dapat bertahan hidup dan membentuk populasi baru. Hal ini berpotensi mengancam ekosistem lokal dan menyebabkan dampak negatif yang signifikan. Oleh karena itu, pengelolaan air *ballast* yang baik sangat diperlukan untuk mengurangi risiko penyebaran organisme invasif dan melindungi lingkungan laut. Pengelolaan air *ballast* yang efektif dapat membantu mengurangi dampak negatif yang timbul dari penggunaan air *ballast*. Dengan melakukan pengelolaan yang baik, kapal dapat mengurangi risiko penyebaran organisme invasif dan melindungi ekosistem laut. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya

untuk meningkatkan kesadaran dan kepatuhan kapal-kapal terhadap regulasi pengelolaan air *ballast*.

Menurut Andi Friansyah Hasan (2024), air *ballast* kapal dapat membawa ribuan spesies laut, termasuk bakteri, mikroba, dan organisme kecil lainnya. Ketika kapal melakukan proses *ballasting* dan *deballasting*, organisme-organisme ini dapat berpindah ke lokasi baru dan berpotensi menyebabkan gangguan pada keseimbangan ekosistem.

Proses *ballasting* dan *deballasting* memungkinkan pertukaran organisme antar daerah, yang dapat mengakibatkan mutasi genetik dan perubahan pada ekosistem asli. Hal ini dapat terjadi karena organisme yang terbawa oleh air *ballast* dapat beradaptasi dan berkembang di lingkungan baru, sehingga mengubah komposisi dan fungsi ekosistem lokal. Dampak dari operasi kapal yang membawa air *ballast* dapat dirasakan secara global, karena kapal-kapal beroperasi di seluruh dunia. Oleh karena itu, operasi kapal dapat memiliki dampak signifikan pada lingkungan laut dan ekosistem yang ada di dalamnya. Penting untuk mempertimbangkan dampak ini dalam pengelolaan air *ballast* dan operasional kapal.

Dalam konteks pengelolaan lingkungan laut, penting untuk memahami dampak dari operasi kapal dan penggunaan air *ballast*. Dengan memahami potensi dampak ini, dapat dilakukan upaya untuk mengurangi risiko dan melindungi ekosistem laut dari gangguan yang disebabkan oleh organisme invasif. Oleh karena itu, pengelolaan air *ballast* yang efektif sangat diperlukan untuk menjaga keseimbangan ekosistem laut.

Air *ballast* kapal dapat membawa bahaya lain yang signifikan, yaitu introduksi organisme akuatik asing ke daerah baru. Organisme-organisme ini dapat menyebabkan gangguan pada ekosistem lokal dan berpotensi mengubah komposisi dan fungsi ekosistem yang ada. Contoh organisme yang sering terbawa oleh air *ballast* adalah

ubur-ubur, kerang, dan fitoplankton. Organisme-organisme ini dapat menempuh jarak jauh dari habitat aslinya melalui proses yang disebut Jump Dispersal. Proses ini terjadi ketika kapal membuang air *ballast* ke laut, memungkinkan organisme asing untuk masuk ke daerah baru. Hal ini dapat menyebabkan masalah lingkungan yang signifikan, karena organisme asing dapat beradaptasi dan berkembang di lingkungan baru.

Dampak dari introduksi organisme akuatik asing dapat sangat signifikan, karena dapat mengubah komposisi dan fungsi ekosistem lokal. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan risiko ini dalam pengelolaan air *ballast* dan operasional kapal. Dengan memahami potensi dampak ini, dapat dilakukan upaya untuk mengurangi risiko dan melindungi ekosistem laut.

Ketika kapal menghisap air *ballast* dari pelabuhan asal, banyak organisme seperti ubur-ubur, larva, kerang, dan fitoplankton yang ikut terhisap dan berpotensi bertahan hidup di dalam ruang ballast. Ketika kapal tiba di pelabuhan tujuan dan air *ballast* dibuang, organisme asing tersebut dapat terbawa ke habitat baru yang bukan tempat aslinya, sehingga berpotensi menyebabkan gangguan pada ekosistem lokal.

Menurut Falatehan (2021), di habitat baru, organisme asing sering kali tidak memiliki predator alami, sehingga mereka dapat berkembang biak dengan sangat cepat karena ketersediaan nutrisi yang melimpah dan tidak adanya pesaing. Dengan siklus reproduksi yang singkat, mereka dapat menghasilkan jumlah individu yang sangat besar dalam waktu singkat, bahkan dalam satu malam dapat menghasilkan jutaan hingga miliaran telur atau larva yang dapat menjadi dewasa dalam waktu kurang dari satu minggu. Kehadiran organisme asing ini dapat mengancam keseimbangan ekosistem lokal dengan membunuh organisme asli dan mengganggu keanekaragaman hayati.

6. Prosedur Pembuangan Air *Ballast*

Menurut peraturan *IMO*, air *ballast* kapal tidak boleh langsung dibuang ke laut tanpa pengolahan terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa air yang dibuang ke ekosistem laut aman dari organisme berbahaya yang dapat menyebabkan gangguan pada keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu, air *ballast* harus melewati proses pengolahan menggunakan teknologi yang berstandar *IMO*.

Indonesia telah meratifikasi peraturan *IMO* yang berlaku di 24 perairan, yaitu SE No. 20 tahun 2019. Peraturan ini mewajibkan penerapan pengolahan air *ballast* menggunakan teknologi *Ballast Water Treatment (Metode D-2)* untuk memastikan keamanan ekosistem laut. Dengan demikian, kapal-kapal yang beroperasi di perairan Indonesia harus mematuhi peraturan ini dan menggunakan teknologi pengolahan air *ballast* yang sesuai.

Terdapat beberapa cara pengolahan air *ballast*, yakni:

a. Current Ballast Water Treatment (BWT)

Sistem BWT modern biasanya menggabungkan beberapa teknologi, seperti filtrasi, radiasi UV, atau penggunaan bahan kimia, untuk memastikan organisme yang terbawa dalam air *ballast* dapat dimatikan atau dinonaktifkan. Sistem ini dianggap efektif dan telah banyak diadopsi di kapal-kapal baru, sesuai dengan ketentuan *Ballast Water Management (BWM) Convention 2004* yang mewajibkan kapal memiliki sistem pengolahan *ballast* yang terstandarisasi *IMO*. Keunggulannya adalah memenuhi persyaratan regulasi internasional, namun kelemahannya terletak pada biaya pemasangan dan perawatan yang relatif tinggi.

b. Filtrasi

Filtrasi merupakan metode awal yang paling umum digunakan untuk menghilangkan sedimen, partikel besar, dan organisme makro dari air ballast. Proses ini biasanya menggunakan mesh filter atau hydrocyclone separator. Kelebihannya adalah mampu mencegah masuknya organisme besar ke dalam sistem ballast, tetapi filtrasi tidak efektif terhadap mikroorganisme yang berukuran sangat kecil. Oleh karena itu, metode ini sering dipadukan dengan teknologi lain seperti UV atau bahan kimia.

c. Heat Treatment (Perlakuan Panas)

Ada metode ini, air ballast dipanaskan hingga suhu tertentu sehingga organisme mati akibat paparan panas. Panas dapat dihasilkan dari engine cooling system atau uap dari boiler. Metode ini cukup efektif membunuh organisme, namun konsumsi energi tinggi menjadi kelemahan utama. Selain itu, perbedaan suhu yang signifikan dapat merusak lapisan tangki atau pipa jika tidak dikelola dengan baik.

d. Radiasi Ultraviolet (UV)

Sinar UV digunakan untuk merusak DNA mikroorganisme sehingga mereka tidak dapat berkembang biak. Teknologi ini populer karena tidak meninggalkan residu kimia dalam air ballast. Namun, efektivitasnya sangat tergantung pada kejernihan air; jika air ballast keruh atau penuh sedimen, sinar UV tidak dapat menembus dengan optimal.

e. Kavitasi (Ultrasonic Treatment)

Kavitasi memanfaatkan gelombang suara ultrasonik yang menghasilkan gelembung mikro di dalam air. Gelembung ini meledak dengan tekanan tinggi sehingga dapat menghancurkan membran sel organisme kecil. Metode ini menjanjikan dan ramah lingkungan karena tidak

menghasilkan limbah tambahan, tetapi masih relatif baru dan membutuhkan biaya peralatan tinggi.

f. Elektrokusi (Electrocution)

Sistem ini menggunakan arus listrik yang dialirkan ke air ballast untuk membunuh organisme. Elektrokusi efektif terhadap berbagai jenis organisme, namun berpotensi menimbulkan korosi pada peralatan serta memerlukan sistem kelistrikan yang andal. Selain itu, pengoperasiannya harus sangat hati-hati karena menyangkut keselamatan awak kapal.

g. Treatment Magnetik

Metode ini menggunakan medan magnet untuk memengaruhi sifat biologis organisme sehingga siklus hidupnya terganggu. Walaupun ramah lingkungan dan tidak membutuhkan bahan tambahan, efektivitas metode ini masih diperdebatkan, karena sebagian organisme dapat tetap bertahan. Biasanya metode ini lebih cocok sebagai tambahan, bukan pengolahan utama.

h. Substansi Aktif (Active Substances)

Penggunaan bahan kimia, seperti oksidan, ozon, atau klorin, dilakukan untuk membunuh organisme dalam air ballast. Cara ini efektif, tetapi harus dilakukan dengan pengawasan ketat karena dapat meninggalkan residu kimia yang membahayakan lingkungan laut jika tidak dikelola dengan baik. IMO mewajibkan setiap penggunaan bahan kimia harus melalui proses persetujuan (Basic Approval dan Final Approval).

i. Multikomponen (Hybrid Treatment)

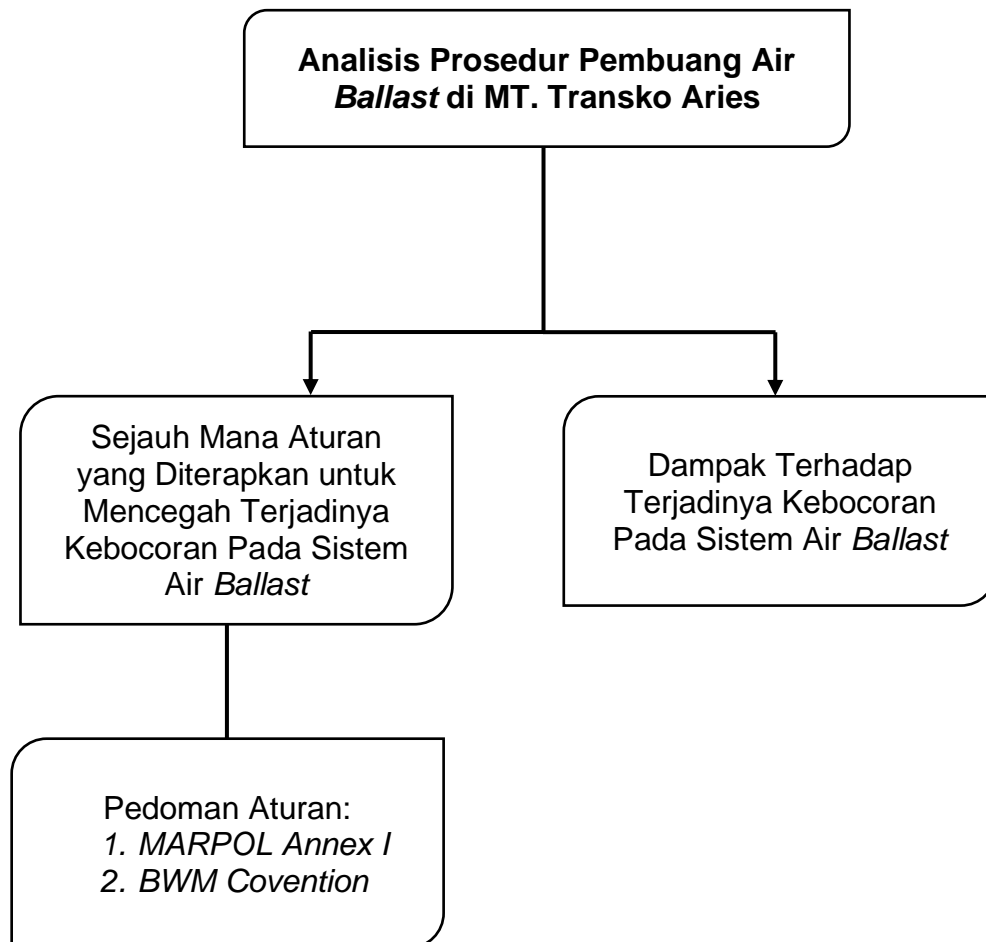
Sistem multikomponen menggabungkan beberapa teknologi sekaligus, misalnya filtrasi ditambah UV, atau filtrasi ditambah bahan kimia. Metode ini dinilai paling efektif karena mampu mengatasi kelemahan dari masing-masing teknologi

tunggal. Banyak sistem BWT komersial modern menggunakan pendekatan ini agar memenuhi standar D-2 Discharge Standard dari BWM Convention.

Peraturan ketat terkait pembuangan dan pengisian air *ballast* diberlakukan untuk mencegah pencemaran biologis yang dapat menyebabkan kerusakan ekosistem laut, mengancam biodiversitas, dan membahayakan kesehatan manusia dengan menyebarkan penyakit. Tujuan utama peraturan ini adalah untuk melindungi lingkungan laut dan kesehatan manusia dari dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh pembuangan air *ballast* yang tidak terkendali.

B. Kerangka Pikir

Gambar 2.2 Kerangka Pikir



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif untuk mengumpulkan data yang berupa informasi lisan dan tertulis dari subjek yang diamati. Dengan metode ini, data yang diperoleh bersifat asli dan tidak diubah, sehingga memungkinkan peneliti untuk memahami fenomena yang diteliti secara mendalam. Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian deskriptif kualitatif bertujuan untuk menggambarkan secara mendalam suatu fenomena, keadaan, atau proses berdasarkan data yang diperoleh dari lapangan, baik berupa informasi lisan, tulisan, maupun observasi langsung. Penelitian deskriptif kualitatif digunakan ketika peneliti ingin memahami makna, menggambarkan, serta mendeskripsikan suatu peristiwa atau gejala sosial secara holistik dan mendalam Sugiyono, (2019). Pengumpulan data dilakukan dengan cara yang sistematis dan dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya, sehingga hasilnya dapat dipercaya dan valid. Metode kualitatif memungkinkan peneliti untuk memahami konteks dan makna dari data yang diperoleh, serta memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi tema dan pola yang muncul dari data. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap dan mendalam tentang fenomena yang diteliti. Dalam penelitian mengenai “Analisis Prosedur Pembuangan Air Ballast di MT. Transko Aries”, pendekatan ini dipilih karena permasalahan yang diteliti bersifat kontekstual dan lebih menekankan pada bagaimana prosedur itu dijalankan daripada berapa besar hasilnya dalam bentuk angka. Proses ballast dan de-ballasting bukan hanya sekadar kegiatan teknis, tetapi juga menyangkut aspek regulasi, tanggung jawab awak kapal, serta kepatuhan terhadap standar internasional. Oleh sebab itu, metode deskriptif kualitatif dianggap

paling sesuai untuk menyingkap dinamika yang terjadi dalam praktik sehari-hari di kapal. Alasan lain pemilihan metode ini adalah karena penelitian kualitatif memungkinkan peneliti untuk memahami makna di balik tindakan, keputusan, dan kebijakan yang diambil awak kapal saat melakukan pembuangan ballast. Misalnya, bagaimana Chief Officer sebagai penanggung jawab pelaksanaan Ballast Water Management Plan memastikan bahwa setiap prosedur sesuai dengan standar IMO. Hal-hal seperti itu sulit dijelaskan hanya dengan pendekatan kuantitatif.

Jenis penelitian ini juga bersifat fleksibel dalam hal teknik pengumpulan data. Peneliti dapat melakukan wawancara mendalam (in-depth interview) dengan perwira dan awak kapal, melakukan observasi langsung terhadap tahapan pembuangan ballast, serta menganalisis dokumen yang berkaitan, seperti Ballast Water Record Book. Data yang diperoleh tidak hanya berupa kata-kata, tetapi juga catatan lapangan, dokumen teknis, serta foto kegiatan. Dengan kombinasi sumber data tersebut, peneliti dapat memberikan gambaran yang utuh mengenai implementasi prosedur ballast dan de-ballasting di kapal. Selain itu, penelitian deskriptif kualitatif pada topik ini juga penting karena berkontribusi pada upaya menjaga keselamatan pelayaran dan perlindungan lingkungan laut. Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan rekomendasi praktis bagi awak kapal agar selalu menerapkan prosedur sesuai dengan regulasi internasional, seperti MARPOL 73/78, Ballast Water Management (BWM) Convention 2004, dan ketentuan dalam SOLAS. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bermanfaat secara akademis, tetapi juga aplikatif dalam dunia pelayaran.

B. Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional digunakan untuk memperjelas istilah-istilah yang berkaitan langsung dengan penelitian agar tidak terjadi perbedaan penafsiran. Pada skripsi dengan judul “Analisis Prosedur Pembuangan

Air Ballast di MT. Transko Aries”, istilah-istilah utama yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Ballast

Ballast adalah sistem yang digunakan untuk menstabilkan kapal dengan cara mengatur distribusi berat melalui pengisian air ke dalam tangki ballast. Dalam penelitian ini, ballast dipahami sebagai bagian integral dari Ballast Water Management System di MT. Transko Aries yang berfungsi menjaga keseimbangan, draft, dan trim kapal agar sesuai dengan kondisi operasional.

Lebih lanjut, ballast dalam konteks penelitian ini tidak hanya dipandang sebagai sistem fisik berupa tangki dan pompa, tetapi juga melibatkan prosedur operasional yang harus mengikuti standar internasional, seperti International Maritime Organization (IMO) Ballast Water Management Convention 2004, yang menekankan pengelolaan ballast agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan laut.

2. Pembuangan (De-ballasting)

Pembuangan atau de-ballasting adalah proses mengeluarkan air ballast dari kapal ke laut atau lingkungan sekitar. Dalam penelitian ini, pembuangan yang dimaksud adalah prosedur resmi yang dijalankan di MT. Transko Aries berdasarkan Ballast Water Management Plan (BWMP) yang telah disetujui oleh otoritas berwenang. Proses pembuangan ini mencakup kegiatan teknis, seperti pengoperasian pompa ballast, pengaturan valve, serta pencatatan dalam Ballast Water Record Book. Secara operasional, pembuangan harus dilakukan dengan memperhatikan lokasi, jarak dari daratan, kedalaman laut, dan kondisi lingkungan, sesuai dengan ketentuan MARPOL Annex terkait pencemaran laut serta regulasi SOLAS yang menekankan keselamatan kapal selama operasi berlangsung.

3. Prosedur Pembuangan Air Ballast

Prosedur pembuangan air ballast adalah serangkaian langkah teknis dan administratif yang dilakukan untuk mengeluarkan air ballast dari kapal secara aman, efisien, dan sesuai dengan regulasi internasional. Dalam penelitian ini, prosedur mencakup tahap persiapan (preparation), pelaksanaan (execution), dan pencatatan (recording) yang dilakukan oleh awak kapal.

Definisi operasional ini menekankan bahwa yang dianalisis bukan hanya aspek teknis pembuangan, melainkan juga kepatuhan terhadap aturan internasional, peran perwira kapal dalam pengawasan, serta potensi kendala yang dihadapi dalam praktik sehari-hari. Dengan demikian, hasil penelitian akan menggambarkan sejauh mana prosedur di MT. Transko Aries sudah memenuhi standar yang berlaku.

C. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian “Analisis Prosedur Pembuangan Air Ballast di MT. Transko Aries”, teknik pengumpulan data yang digunakan memiliki definisi operasional agar lebih jelas dan terarah, yaitu sebagai berikut:

1. Observasi Langsung

Observasi langsung adalah teknik pengumpulan data dengan cara peneliti melakukan pengamatan secara nyata terhadap kegiatan pembuangan air ballast di MT. Transko Aries. Secara operasional, observasi dilakukan selama praktek laut, di mana peneliti mengamati jalannya prosedur ballast dan de-ballasting, termasuk tahapan persiapan, pelaksanaan, serta pencatatan dalam Ballast Water Record Book.

Observasi ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana prosedur dilaksanakan sesuai dengan Ballast Water Management Plan (BWMP) yang berlaku di kapal. Selain itu, observasi juga memungkinkan peneliti mendokumentasikan kendala teknis, kondisi peralatan, serta peran perwira jaga dalam memastikan keselamatan

dan kepatuhan terhadap regulasi internasional. Dengan cara ini, data yang diperoleh bersifat faktual dan dapat menggambarkan kondisi lapangan secara akurat.

2. Interview / Wawancara

Wawancara adalah teknik pengumpulan data dengan cara melakukan tanya jawab langsung dengan responden yang memiliki pengetahuan terkait prosedur pembuangan ballast. Secara operasional, wawancara dilakukan dengan nakhoda, mualim I (chief officer), serta perwira jaga di kapal MT. Transko Aries.

Wawancara difokuskan pada aspek teknis dan administratif, seperti bagaimana prosedur pembuangan ballast dijalankan, apa saja peraturan yang menjadi acuan, serta tantangan yang dihadapi dalam implementasinya. Teknik wawancara ini bersifat semi-terstruktur, sehingga peneliti menyiapkan daftar pertanyaan pokok namun tetap memberikan ruang untuk jawaban terbuka. Dengan demikian, wawancara memberikan data yang mendalam mengenai pemahaman, pengalaman, serta persepsi awak kapal terhadap pelaksanaan prosedur.

3. Studi Dokumentasi

Studi dokumentasi adalah teknik pengumpulan data dengan menelaah dokumen-dokumen resmi maupun catatan operasional di kapal. Secara operasional, dokumentasi yang dikaji mencakup Ballast Water Management Plan (BWMP), Ballast Water Record Book, laporan dinas jaga, catatan perawatan pompa ballast, serta dokumentasi kegiatan pembuangan ballast yang diperoleh selama praktek laut.

Studi dokumentasi ini bertujuan untuk memberikan bukti nyata sekaligus memperkuat temuan dari observasi dan wawancara. Dengan adanya dokumen resmi, peneliti dapat melakukan triangulasi data sehingga hasil penelitian lebih dapat dipercaya (valid) dan objektif. Selain itu, dokumentasi juga membantu peneliti

membandingkan praktik yang terjadi di lapangan dengan prosedur standar yang telah ditetapkan IMO melalui MARPOL dan BWM Convention.

D. Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data deskriptif, yang melibatkan pengumpulan data faktual dan deskripsi. Data diperoleh dari wawancara dan dokumen-dokumen. Proses analisis meliputi pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Analisis dilakukan secara bersamaan dengan pengumpulan data dan setelah data terkumpul.

1. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, pengumpulan data menjadi tahap awal yang krusial karena berhubungan langsung dengan keaslian informasi yang dibutuhkan untuk menganalisis prosedur pembuangan air ballast di MT. Transko Aries. Data diperoleh melalui wawancara dengan perwira dan nakhoda yang memiliki pengalaman langsung dalam pengelolaan ballast water, observasi lapangan saat proses ballasting maupun de-ballasting berlangsung, serta dokumentasi berupa Ballast Water Record Book, Maintenance Logbook, dan laporan inspeksi. Foto-foto kegiatan juga dijadikan bukti visual untuk memperkuat temuan penelitian. Melalui kombinasi teknik ini, peneliti berusaha menangkap gambaran menyeluruh, baik dari sisi teknis, regulasi, maupun praktik operasional di lapangan.

2. Reduksi Data

Data yang terkumpul umumnya bersifat kompleks dan beragam, sehingga perlu melalui tahap reduksi agar lebih terfokus dan relevan dengan rumusan masalah penelitian. Pada tahap ini, peneliti melakukan penyortiran dengan cara mengidentifikasi informasi penting yang terkait langsung dengan prosedur pembuangan ballast water, seperti tahapan operasional, kendala teknis, dan upaya mitigasi yang dilakukan oleh crew kapal. Data

kemudian diberi kode, dikategorikan ke dalam tema-tema utama seperti aspek regulasi, teknis, lingkungan, dan dokumentasi, lalu disusun dalam bentuk narasi analitis. Reduksi ini juga mencakup penghilangan data yang tidak relevan agar hasil analisis lebih terarah dan mendalam.

3. Penyajian Data

Setelah data direduksi, tahap berikutnya adalah menyajikan data secara sistematis dalam bentuk laporan deskriptif yang terstruktur. Penyajian dilakukan dengan menampilkan temuan penelitian melalui uraian naratif yang dilengkapi dengan tabel, gambar, maupun kutipan hasil wawancara. Tujuannya adalah agar pembaca dapat memahami konteks penelitian secara menyeluruh, mulai dari kondisi teknis sistem ballast, kepatuhan terhadap regulasi MARPOL Annex I dan BWM Convention, hingga upaya mitigasi yang dilakukan oleh crew. Penyajian data ini tidak hanya menggambarkan hasil temuan secara faktual, tetapi juga memberi ruang bagi peneliti untuk menafsirkan pola, kecenderungan, dan hubungan antar-variabel dalam prosedur pembuangan ballast water di kapal.

4. Penarikan Kesimpulan

Tahap terakhir adalah menyusun kesimpulan yang diperoleh dari data yang telah dianalisis, di mana peneliti menginterpretasikan hasil temuan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Dalam konteks skripsi ini, kesimpulan tidak hanya bersifat deskriptif tetapi juga evaluatif, karena menyajikan sejauh mana prosedur pembuangan ballast water di MT. Transko Aries sesuai dengan standar internasional serta mengidentifikasi faktor-faktor penghambat penerapannya. Kesimpulan juga diverifikasi secara berulang sepanjang penelitian berlangsung, baik melalui member check kepada narasumber maupun pencocokan dengan dokumen resmi, sehingga kredibilitas dan objektivitas penelitian tetap terjaga. Dengan cara ini, kesimpulan yang dihasilkan dapat

dipertanggungjawabkan secara akademis sekaligus memberikan rekomendasi praktis bagi perbaikan manajemen ballast water di kapal.