

PROPOSAL TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**OPTIMALISASI *BALLAST WATER MANAGEMENT PLAN*  
(BWMP) DALAM UPAYA PENCEGAHAN PENCEMARAN AIR  
LAUT DI MV. OCEAN PERKASA**



NADYA NURUL AZZAH  
NIT 09.21.017.2.05

disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA OPERASI KAPAL  
TAHUN 2026

PROPOSAL TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**OPTIMALISASI *BALLAST WATER MANAGEMENT PLAN*  
(BWMP) DALAM UPAYA PENCEGAHAN PENCEMARAN AIR  
LAUT DI MV. OCEAN PERKASA**



NADYA NURUL AZZAH  
NIT 09.21.017.2.05

disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA OPERASI KAPAL  
TAHUN 2026

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : NADYA NURUL AZZAH

Nomor Induk Taruna : 09.21.017.2.05

Program Studi : D-IV TEKNOLOGI REKAYASA OPERASI  
KAPAL

Menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya tulis dengan judul :

**OPTIMALISASI BALLAST WATER MANAGEMENT PLAN (BWMP)  
DALAM UPAYA PENCEGAHAN PENCEMARAN AIR LAUT DI MV.  
OCEAN PERKASA**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam Tugas Akhir tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya sendiri menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, 20 JANUARI 2026



NADYA NURUL AZZAH

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN  
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : **OPTIMALISASI BALLAST WATER MANAGEMENT PLAN (BWMP) DALAM UPAYA PENCEGAHAN PENCEMARAN AIR LAUT DI MV. OCEAN PERKASA**

Program Studi : D-IV TEKNOLOGI REKAYASA OPERASI KAPAL

Nama : NADYA NURUL AZZAH

NIT : 0921017205

Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype / Proyek~~ / Karya Ilmiah Terapan\*

Keterangan: \*(coret yang tidak perlu)

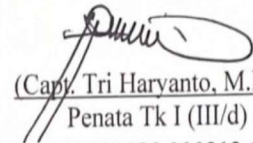
Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan Uji Kelayakan Proposal


Surabaya, 13 NOVEMBER 2025

Menyetujui,

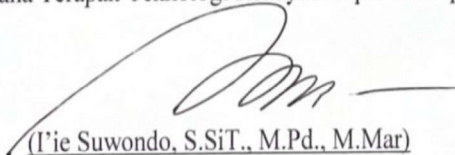
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
(Copy Tri Haryanto, M.Mar)  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19731028 200212 1 007

  
(Henna Nurdiansari, S.T., M.T., M.Sc)  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19851211 200912 2 003

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal

  
(Lie Suwondo, S.SiT., M.Pd., M.Mar)  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19770214 200912 1 001

**PERSETUJUAN SEMINAR  
HASIL TUGAS AKHIR**

Judul : **OPTIMALISASI BALLAST WATER MANAGEMENT PLAN (BWMP) DALAM UPAYA PENCEGAHAN PENCEMARAN AIR LAUT DI MV. OCEAN PERKASA**

Program Studi : D-IV TEKNOLOGI REKAYASA OPERASI KAPAL

Nama : NADYA NURUL AZZAH

NIT : 0921017205

Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype~~ / Karya Ilmiah Terapan / ~~Karya Tulis Ilmiah\*~~

Keterangan: \*(coret yang tidak perlu)

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan Seminar Hasil Tugas Akhir

Surabaya, 05 JANUARI 2026

Menyetujui,


Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dosen Penguji III



(Dety Sutralinda, S.Si.T., M.M.Tr)  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19810722 201012 2 001



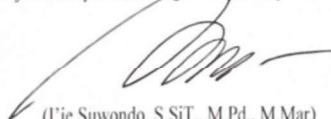
(Cary Tri Haryanto, M.Mar)  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19731028 200212 1 007



(Henna Nurdiansari, S.T., M.T., M.Sc)  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19851211 200912 2 003

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal



(Lie Suwondo, S.SiT., M.Pd., M.Mar)  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19770212 200912 1 001

PENGESAHAN  
PROPOSAL TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

OPTIMALISASI *BALLAST WATER MANAGEMENT PLAN* (BWMP)  
DALAM UPAYA PENCEGAHAN PENCEMARAN AIR LAUT DI MV.  
OCEAN PERKASA



Disusun oleh:

NADYA NURUL AZZAH  
NIT. 0921017205

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir  
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 19 JANUARI 2026

Mengesahkan,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dosen Penguji III

(Dety Sutralinda, S.Si.T., M.M.Tr)  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19810722 201012 2 001

(Capri Tri Haryanto, M.Mar)  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19731028 200212 1 007

(Henna Nurdiansari, S.T., M.T., M.Sc)  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19851211 200912 2 003

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal

(Lie Suwondo, S.Si.T., M.Pd., M.Mar)  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19770214 200912 1 001

PENGESAHAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

OPTIMALISASI BALLAST WATER MANAGEMENT PLAN (BWMP)  
DALAM UPAYA PENCEGAHAN PENCEMARAN AIR LAUT DI MV.  
OCEAN PERKASA

Disusun oleh:

NADYA NURUL AZZAH  
NIT. 0921017205

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir  
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 19 JANUARI 2026

Mengesahkan,

Dosen Penguji I

(Dety Sutralinda, S.Si.T., M.M.Tr)  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19810722 201012 2 001

Dosen Penguji II

(Capri Tri Haryanto, M.Mar)  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19731028 200212 1 007

Dosen Penguji III

(Henna Nurdiansari, S.T., M.T., M.Sc)  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19851211 200912 2 003

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal

(I'ie Suwondo, S.SiT., M.Pd., M.Mar)  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19770214 200912 1 001

## ABSTRAK

Nadya Nurul Azzah, Optimalisasi *Ballast Water Management Plan* (BWMP) Dalam Upaya Pencegahan Pencemaran Air Laut di Mv. Ocean Perkasa. Politeknik Pelayaran Surabaya. Dengan bimbingan dari Capt. Tri Haryanto, M.Mar. serta Ibu Henna Nurdiansari, S.T., M.T., M.Sc.

Pengelolaan air *ballast* yang tidak optimal berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan laut akibat perpindahan organisme antar perairan. Oleh karena itu, penerapan *Ballast Water Management Plan* (BWMP) menjadi hal yang penting dalam mendukung kepatuhan terhadap ketentuan *Ballast Water Management Convention* (BWMC). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa gangguan pada sistem *Ballast Water Treatment System* (BWTS), khususnya pada komponen pengolahan kimia dapat memengaruhi efektivitas pengelolaan air *ballast*. Pada penelitian ini memiliki keterbaruan pada fokus kajian optimalisasi penerapan BWMP melalui identifikasi akar permasalahan malfungsi sistem *Total Residual Oxidant* (TRO) akibat sumbatan pada *T-strainer* serta keterkaitannya dengan aspek operasional dan perawatan di atas kapal. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Analisis data dilakukan menggunakan diagram *fishbone*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak optimalnya penerapan BWMP dipengaruhi oleh faktor manusia, mesin, metode, material, lingkungan, dan manajemen operasional. Sumbatan pada *T-strainer* sistem TRO akibat endapan yang tidak dibersihkan secara rutin menyebabkan kinerja sistem BWTS menjadi tidak stabil dan memicu *alarm* maupun kondisi *trip*. Selain itu, keterbatasan pemahaman kru terhadap pelaksanaan *ballast operation* turut memengaruhi efektivitas pengelolaan air *ballast*. Dengan peningkatan perawatan sistem secara berkala dan penguatan pemahaman awak kapal, penerapan BWMP dapat berjalan lebih optimal dan mendukung upaya pencegahan pencemaran air laut.

**Kata kunci:** *Ballast Water Management Plan* (BWMP), *Ballast water Treatment System* (BWTS), *Total Residual Oxidant* (TRO), Diagram *Fishbone*, Pencemaran Air Laut, MV. Ocean Perkasa

## **ABSTRACT**

*NADYA NURUL AZZAH, OPTIMIZATION OF BALLAST WATER MANAGEMENT PLAN (BWMP) IN ORDER TO PREVENT SEAWATER POLLUTION IN MV. OCEAN PERKASA. Surabaya Shipping Polytechnic. Guided by Capt. Tri Haryanto, M.Mar. and Mrs. Henna Nurdiansari, S.T., M.T., M.Sc.*

*Suboptimal ballast water management has the potential to cause pollution of the marine environment due to the movement of organisms between waters. Therefore, the implementation of the Ballast Water Management Plan (BWMP) is important in supporting compliance with the provisions of the Ballast Water Management Convention (BWMC). Previous research has shown that disturbances in the Ballast Water Treatment System (BWTS), especially in the chemical treatment component, can affect the effectiveness of ballast water management. This research has a newness in the focus of the study of optimizing the implementation of BWMP through the identification of the root of the malfunction of the Total Residual Oxidant (TRO) system due to blockages in the T-strainer and its relationship with operational and maintenance aspects on board. The research method used is a descriptive qualitative method with data collection techniques through observation, interviews, and documentation. Data analysis was carried out using fishbone diagrams. The results of the study show that the non-optimal implementation of BWMP is influenced by human, machine, method, material, environment, and operational management factors. Blockages in the TRO system's T-strainer due to sediment that is not cleaned regularly causes the performance of the BWTS system to become unstable and triggers alarms and trip conditions. In addition, the crew's limited understanding of the implementation of ballast operations also affects the effectiveness of ballast water management. With regular system maintenance improvements and strengthening the understanding of the crew, the implementation of BWMP can run more optimally and support efforts to prevent seawater pollution.*

**Keywords:** *Ballast Water Management Plan (BWMP), Ballast water Treatment System (BWTS), Total Residual Oxidant (TRO), Fishbone Diagram, Seawater Pollution, MV. Ocean Perkasa*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Yang Maha Kuasa kami panjatkan kepadaNya, karena atas karuniaNya penelitian tentang Optimalisasi *Ballast Water Management Plan* Dalam Upaya Pencegahan Pencemaran Air Laut Di MV. Ocean Perkasa dapat terlaksana dengan baik dengan tidak terkendala hambatan apapun. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan.

Terselesaikannya Tugas Akhir ini pada dasarnya terwujud berkat adanya dukungan, bantuan, dan keterlibatan banyak pihak. Maka dari itu, sudah sepantasnya ungkapan terima kasih saya sampaikan kepada pihak-pihak berikut yang telah berkontribusi dalam proses penyelesaiannya :

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E. sebagai Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya;
2. Bapak I'ie Suwondo, S.SiT., M.Pd., M.Mar sebagai Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal;
3. Bapak Capt. Tri Haryanto, M.Mar. sebagai dosen pembimbing 1 yang membimbing saya hingga dapat menyelesaikannya Tugas Akhir ini;
4. Ibu Henna Nurdiansari, S.T., M.T., M.Sc. sebagai dosen pembimbing 2 yang membimbing saya hingga dapat menyelesaikannya Tugas Akhir ini;
5. Bapak serta ibu dosen serta seluruh Sivitas Akademika Politeknik Pelayaran Surabaya;
6. Kepada ayah saya, bapak Mukhamad Riduwan serta mama tercinta, ibu Agustina Hayati serta saudari saya Inori Aurazzanda Quenna yang selalu memberikan dukungan berupa doa, restu, serta semangat yang sangat luar biasa kepada saya;
7. Seluruh awak kapal MV. Ocean Perkasa khususnya Capt. Apo Detyo, Chief Yandova Palaler, dan Second Rony Nasukal selaku mentor yang selalu sabar memberikan pengajaran dan motivasi kepada saya;
8. Rekan-rekan angkatan 40 dan kelas TROK A Diploma IV yang sudah mempermudah penulis ketika disusunnya karya ilmiah ini.

Kiranya seluruh kebaikan yang telah diberikan dalam membantu penyelesaian Tugas Akhir ini memperoleh balasan berupa keberkahan dari Allah SWT. Harapannya, karya yang telah disusun ini dapat menghadirkan manfaat bagi setiap pihak yang membacanya, aamiin.

Surabaya,

2026

NADYA NURUL AZZAH  
NIT 09.21.017.2.05

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERSETUJUAN PROPOSAL TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERSETUJUAN SEMINAR TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iv</b>
<b>PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR .....</b>	<b>v</b>
<b>PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b><i>ABSTRACT</i> .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. LATAR BELAKANG .....	1
B. RUMUSAN MASALAH.....	4
C. BATASAN MASALAH.....	4
D. TUJUAN PENELITIAN.....	5
E. MANFAAT PENELITIAN.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA.....	7
B. LANDASAN TEORI.....	9
C. KERANGKA BERPIKIR.....	19

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
A. JENIS PENELITIAN .....	23
B. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN .....	24
C. SUMBER DATA PENELITIAN .....	24
D. TEKNIK PENGUMPULAN DATA.....	25
E. TEKNIK ANALISIS DATA .....	28
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
A. GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN .....	30
B. HASIL PENELITIAN.....	32
C. PEMBAHASAN .....	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>50</b>
A. KESIMPULAN .....	50
B. SARAN.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>57</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya.....	7
Tabel 4. 1 Wawancara .....	35

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. <i>Ballast Exchange</i> .....	12
Gambar 2. 2 <i>Ballast Water Treatment System</i> .....	14
Gambar 2. 3 Kerangka Berpikir .....	21
Gambar 4. 1 MV. Ocean Perkasa .....	32
Gambar 4. 3 Alarm Log BWTS .....	33
Gambar 4. 4 Diagram <i>Fishbone</i> .....	39
Gambar 4. 5 Endapan di filter BWTS.....	41
Gambar 4. 6 <i>T-strainer</i> kotor .....	42
Gambar 4. 7 Filter BWTS sebelum dibersihkan .....	46
Gambar 4. 8 Filter BWTS sesudah dibersihkan.....	46
Gambar 4. 9 <i>T-strainer</i> kotor .....	47
Gambar 4. 10 <i>T-strainer</i> baru.....	47

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Air *ballast* ialah air laut yang dimanfaatkan menjadi beban ketika kapal pada keadaan kosong atau setengah kosong untuk menjaga keseimbangan dan stabilitas kapal. Air *ballast* sangat penting untuk menjaga stabilitas dan keamanan kapal selama transit. Kapal biasanya mengambil air *ballast* dari satu lokasi dan membuangnya di lokasi lain, dan air tersebut dapat mengandung banyak organisme dan mikroorganisme. Ketika kapal mengambil air *ballast* di satu tempat dan kemudian membuangnya di tempat lain, spesies - spesies laut yang terdapat di dalamnya dapat dengan mudah terbawa dan menyebar ke perairan lain, mengakibatkan dampak negatif pada ekosistem dan ekonomi lokal. Spesies invasif dapat secara tidak sengaja berpindah antar wilayah air *ballast* dibuang ke daerah baru, di mana lingkungan baru tersebut dapat menjadi habitat yang menguntungkan. Setelah diperkenalkan, spesies ini dapat mengusur populasi asli, mengubah seluruh ekosistem dan merusak industri seperti pariwisata dan perikanan. Kesadaran akan masalah ini tumbuh pada tahun 1980-an, ketika *European Zebra mussel (Dreissena poly morpha)* atau juga invasi kerang zebra di wilayah *Great Lakes* di antara Kanada serta Amerika Serikat sekaligus *American comb jelly (Mnemiopsis leidyi)* di Laut Hitam serta Laut Azov, menjadi penyebab hampir punahnya ikan *anchovy* dan industri penangkapan ikan, juga menyebabkan kerusakan ekonomi dan lingkungan yang signifikan.

*Ballast Water Management Convention* merupakan seperangkat pedoman dan peraturan yang dibuat oleh *International Maritime Organization* (IMO) untuk mengatur pembuangan air *ballast* dari kapal. Tujuannya adalah untuk meminimalkan risiko pemindahan spesies laut invasif yang dapat merusak keseimbangan ekosistem perairan global. BWMC juga menetapkan aturan-aturan yang harus dipatuhi oleh kapal-kapal internasional dalam mengelola air *ballast*, termasuk penggunaan sistem pengolah air *ballast* yang efektif serta pelaksanaan prosedur pembuangan serta pengisian air *ballast* yang aman. Melalui pengelolaan air *ballast* secara efektif, keseimbangan ekologi dapat terjaga, spesies laut asli terlindungi, dan keberlanjutan industri maritim terjaga. BWMC telah menjadi kerangka kerja peraturan yang penting, dan kepatuhannya harus diperlakukan dengan serius untuk mencapai lingkungan laut yang lebih bersih dan aman.

Persyaratan inti dari BWMC adalah pemasangan dan penggunaan *Ballast Water Management System* (BWMS) di atas kapal. Sistem tersebut harus dapat menghilangkan atau membunuh spesies invasif yang ada dalam air *ballast*. Ada berbagai jenis sistem yang tersedia, termasuk sistem pengolahan fisik, kimiawi, dan biologis. Setiap sistem memiliki manfaat dan keterbatasan yang unik, dan pemilik kapal harus memilih sistem yang paling sesuai untuk kapal mereka dan lingkungan tempat kapal beroperasi.

Kepatuhan terhadap BWMC ditegakkan melalui inspeksi pengawasan pelabuhan. Inspeksi ini memastikan bahwa kapal mematuhi BWMC dan *Ballast Water Management System* (BWMS) di atas kapal berfungsi dengan baik. Dalam hal ini, IMO memberlakukan sistem pengoperasian *ballast* dengan

aturan *Standard D-1 (ballast exchange / open-ocean exchange)* dan *Standard D-2 (ballast water treatment)* sesuai dengan *Ballast Water Management Convention (BWMC)*. Dengan adanya aturan *Standard D-1* dan *Standard D-2* tersebut maka pencemaran lingkungan dan kerusakan ekosistem laut dapat dicegah.

Pada bulan Mei 2024, Kapal MV. Ocean Perkasa yang sedang berlayar di perairan internasional menuju Kanada mengalami masalah dengan proses *deballasting*, dimana ada malfungsi pada sistem TRO (*Total Residual Oxidant*) yang diakibatkan oleh tersumbatnya saringan *filter*. Penyumbatan ini mengganggu proses pengukuran kadar oksidan yang dapat mengakibatkan proses pengukuran menjadi tidak akurat. Ketidakakuratan tersebut berpotensi meningkatkan risiko pencemaran lingkungan laut dan menghambat operasional kapal yang berimplikasi pada peningkatan biaya dan waktu operasional. Akibat dari hal ini juga, pelaksanaan *ballast exchange* dengan standar D-2 tidak bisa dilaksanakan sehingga proses *ballast exchange* terpaksa dilaksanakan secara D-1 dan kapal meminta dispensasi ke perusahaan selama 45 hari dikarenakan oleh permasalahan tersebut.

Agar dapat menghindari keterlambatan dalam proses *ballasting* dan *deballasting*, sangat penting bagi kapal untuk memiliki jadwal perawatan dan perbaikan yang tepat untuk peralatan *ballast*. Selain itu, ABK *deck* kapal juga harus menerima pelatihan secara berkala dalam prosedur manajemen air *ballast* serta membuat rencana kontigensi. Dengan melakukan hal ini, kapal dapat memastikan bahwa pengelolaan air *ballast* dilakukan dengan benar dan efektif,

serta meminimalkan risiko terjadinya masalah dan melanggar standar dan regulasi yang ditetapkan.

Mengacu pada isu yang telah di angkat sebelumnya, menarik ketertarikan penulis dalam membahasnya dan mengambil langkah pemecahan yang berkaitan dengan *ballast water management* di atas kapal, untuk itu penulis memilih judul Karya Ilmiah Terapan sebagai berikut:

**“OPTIMALISASI *BALLAST WATER MANAGEMENT PLAN* (BWMP) DALAM UPAYA PENCEGAHAN PENCEMARAN AIR LAUT DI MV. OCEAN PERKASA”.**

## **B. RUMUSAN MASALAH**

Masalah yang berikutnya menjadi pokok bahasan pada Tugas Akhir ini ialah terdapat kendala dalam melakukan proses *ballast exchange* yang nantinya proses tersebut tidak bisa berlangsung dengan optimal. Maka dari itu, berbagai rumusan masalah terbentuk:

1. Apa kendala yang terjadi dalam penerapan *Ballast Water Management Plan* (BWMP) di MV. Ocean Perkasa?
2. Bagaimana upaya optimalisasi *Ballast Water Management Plan* (BWMP) dalam pencegahan pencemaran air laut di MV. Ocean Perkasa?

## **C. BATASAN MASALAH**

Supaya pembahasan masalah tersebut lebih terarahkan serta isu yang dibahas lebih spesifik, maka penulis perlu membatasi masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Studi hanya dilakukan pada saat proses *deballasting* yang berlangsung ketika kapal MV. Ocean Perkasa sedang berlayar menuju Kanada.
2. Penelitian ini berfokus pada upaya optimalisasi *Ballast Water Management Plan* (BWMP), khususnya pada sistem *Total Residual Oxidant* (TRO) sebagai bagian dari *Ballast Water Treatment System* (BWTS), yang mengalami penyumbatan filter sehingga mengganggu proses *ballast exchange*.

Dengan adanya batasan ini, pembahasan Tugas Akhir lebih terfokus pada aspek teknis dan operasional pengelolaan air ballast untuk mencegah pencemaran laut serta meningkatkan efektivitas kinerja BWMS di kapal.

#### **D. TUJUAN PENELITIAN**

Berikut merupakan tujuan yang ingin dicapai oleh penulis pada Karya Ilmiah Terapan ini :

1. Mengidentifikasi kendala yang terjadi dalam penerapan *Ballast Water Management Plan* (BWMP) di MV. Ocean Perkasa.
2. Untuk mengetahui upaya apa saja yang dilakukan untuk mengoptimalkan penerapan *Ballast Water Management Plan* (BWMP) dalam upaya pencegahan pencemaran air laut di MV. Ocean Perkasa.

#### **E. MANFAAT PENELITIAN**

Manfaat yang diharapkan penulis dalam penyusunan Karya Ilmiah Terapan ini adalah sebagai berikut :

## 1. Manfaat Teoritis

- a. Harapannya studi mampu meningkatkan pemahaman serta wawasan bagi penulis serta para pembaca atau perusahaan pelayaran terkait prosedur *ballast exchange* sesuai dengan *Ballast Water Management* di atas kapal.
- b. Harapannya studi ini mampu bermanfaat di dunia pelayaran terkhusus dalam meningkatkan pengetahuan akan pentingnya penerapan *Ballast Water Management* di atas kapal dalam mencegah pencemaran akibat pembuangan air *ballast* di laut.

## 2. Manfaat Praktis

- a. Meningkatkan kepatuhan dalam menerapkan regulasi terkait dengan proses *ballasting* dan *deballasting*.
- b. Dapat menjadi acuan bagi perusahaan pelayaran dalam mengoptimalkan *Ballast Water Management* di atas kapal guna meningkatkan reputasi dan kepercayaan dari industri pelayaran dan pengelolaan lingkungan dengan memberikan solusi inovatif dan berkelanjutan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA

Berdasarkan riset sebelumnya yang telah dibaca penulis, untuk memahami konteks dan pengembangan penelitian mengenai *Ballast Water Management*, berikut ini adalah rangkuman penelitian terdahulu sebagai sumber pendukung pada penelitian:

Tabel 2. 1 *Review* Penelitian Sebelumnya

No.	Nama	Judul	Hasil	Perbedaan
1.	Andi Friansyah Hasan Sumber: <i>Repository</i> PIP Makassar (2024)	Analisis Dampak Pembuangan Air <i>Ballast</i> Terhadap Pencemaran Air Laut Di MV. V Lucky	Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, terjadinya pencemaran terhadap air laut dikarenakan adanya campuran minyak pada saat proses pembuangan air <i>ballast</i> di pelabuhan. Hal ini diakibatkan oleh kurang kedapnya katup yang memisahkan pipa bahan bakar dengan pipa <i>ballast</i> serta kurangnya pengawasan dan pemahaman kru kapal terkait dengan pembuangan air <i>ballast</i> di pelabuhan.	Pada penelitian sebelumnya memaparkan tentang dampak yang ditimbulkan dari terjadinya kontaminasi air <i>ballast</i> oleh minyak di pelabuhan sedangkan penulis memfokuskan pada pencegahan dari pencemaran air laut oleh air <i>ballast</i> .
2.	Ismail Sumber: <i>Repository</i> PIP Semarang (2021)	Optimalisasi Kualitas Air <i>Ballast</i> Pada Proses <i>Ballast Exchange</i> Guna Menghindari Terjadinya Pencemaran Lingkungan Di Kapal MV JK Pioneer	Penelitian ini mengkaji tentang faktor apa yang menyebabkan tidak optimalnya kualitas air <i>ballast</i> selama proses <i>ballast exchange</i> dilakukan. Hasilnya ditemukan bahwa kualitas air <i>ballast</i> di MV. JK Pioneer belum optimal dikarenakan oleh beberapa faktor, terutama sistem kerja <i>ballast pump</i> yang	Perbedaannya yaitu, pada penelitian sebelumnya kualitas air <i>ballast</i> yang tidak optimal disebabkan oleh belum terpasangnya BWTS di atas kapal MV. JK Pioneer, sedangkan di kapal penulis BWTS sudah terpasang namun mengalami malfungsi sehingga tidak bisa

No.	Nama	Judul	Hasil	Perbedaan
			tidak maksimal dan belum diterapkannya <i>Ballast water Treatment System</i> (BWTS).	melaksanakan proses <i>pump-in</i> secara D-2.
3.	Bela Dwi Hatmoko Sumber: <i>Repository PIP Semarang</i> (2019)	Upaya Penggunaan <i>Ballast Water Management System</i> Dalam Pengoperasian <i>Ballast</i> Guna Mencegah Pencemaran Air Laut di MV. <i>Glovis Diamond</i>	Penelitian ini mengkaji tentang dampak yang dihasilkan karena pembuangan air <i>ballast</i> yang tidak menggunakan BWMS dikarenakan masih ditemukannya perwira yang belum familiar dengan BWMS itu sendiri.	Perbedaannya yaitu, pada penelitian ini jenis BWMS yang digunakan adalah <i>AquaStar</i> yang mengandalkan elektrolisis untuk mendisinfeksi air <i>ballast</i> sedangkan jenis BWMS yang ada di kapal penulis adalah BWMS <i>Erma First</i> yang merupakan sistem berbasis filtrasi dan elektrolisis.
4.	Sohanur Rahman Sumber: <i>Research Gate</i> (2017)	<i>Implementation of Ballast Water Management Plan in Ships Through Ballast Water Exchange System</i>	Mengkaji tentang metode <i>ballast exchange</i> khususnya dengan metode <i>sequential</i> yang berfokus pada pengelolaan pertukaran air <i>ballast</i> untuk mencegah penyebaran spesies invasif.	Jurnal berikut menyoroti tentang kompleksitas prosedur dan risiko operasional yang melekat pada <i>Ballast Water Exchange</i> sedangkan penulis membahas tentang kebutuhan akan pemahaman teknis serta pelatihan kru untuk mengoperasikannya secara efektif.

Berdasarkan dari *review* penelitian di atas mengenai pengelolaan air *ballast* serta dampaknya terhadap ekosistem laut, terlihat bahwa permasalahan tersebut melibatkan berbagai faktor baik teknis maupun manusia yang saling berkaitan. Dalam penelitian ini, penulis akan mengkaji tentang penerapan *Ballast Water Management* di atas kapal lebih tepatnya tentang penggunaan BWMS *Erma First* yang berbasis filtrasi dan elektrolisis. Tidak hanya mempertimbangkan kinerja dari sistem ini, penulis juga akan menekankan pentingnya pelatihan dan pemahaman kru kapal dalam mengoperasikan

teknologi tersebut secara efektif. Maka dari itu, studi ini bertujuan guna melengkapi dan memperluas pemahaman yang ada serta menunjukkan bagaimana pengelolaan air *ballast* yang efektif, sehingga dapat mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem laut dan memastikan kelancaran operasional kapal.

## **B. LANDASAN TEORI**

Landasan teori merupakan alur logika atau penalaran yang merupakan seperangkat konsep, definisi, dan proposisi yang disusun secara sistematis. Landasan teori ini digunakan untuk menjelaskan fakta-fakta yang ditemukan, memperjelas topik yang diteliti, serta memperkuat penelitian. Bagian landasan teori wajib mencantumkan konsep-konsep dan definisi yang relevan dengan topik penelitian, sehingga menjadi dasar bagi penulis dalam merumuskan ide, teori, atau kerangka pemikiran yang terkait. Dalam landasan teori ini perlu dikemukakan definisi untuk setiap fokus yang akan diteliti, ruang lingkup keluasan serta kedalamannya. Dalam definisi perlu dikemukakan definisi-definisi yang sejalan maupun yang tidak sejalan. Jadi dikontraskan. Dengan demikian maka landasan teori yang dikemukakan semakin kuat (Sugiyono, 2023).

Mengacu pada Moleong (2005:1) Landasan teori didefinisikan sebagai seperangkat proposisi yang terintegrasi secara sintaksis (mengikuti aturan tertentu yang menghubungkan secara logis dengan data yang diamati) sekaligus berfungsi sebagai sarana untuk memprediksi serta menerangkan fenomena yang ditelaah. Di dalamnya termuat konsep-konsep dan teori-teori yang memiliki

relevansi dengan penelitian yang dilaksanakan, yang dimanfaatkan untuk menguraikan variabel-variabel penelitian, sehingga alur kajian tersaji lebih sistematis, terstruktur, serta terarah.

Dengan demikian landasan teori berfungsi sebagai pedoman untuk melengkapi pembahasan mengenai tema penelitian dan memberikan penjelasan mengenai berbagai teori yang berkaitan dengan *Ballast Water Management* di atas kapal.

#### 1. Optimalisasi

Menurut Poerwadarminta, W.J.S. (2017: 75), “optimalisasi ialah tindakan untuk memperoleh hasil yang terbaik dengan keadaan yang diberikan”. Pada proses perancangan, pembangunan, hingga perawatan suatu sistem teknik, berbagai pilihan teknologi serta keputusan manajerial perlu ditetapkan melalui sejumlah tahapan. Seluruh keputusan tersebut pada akhirnya diarahkan untuk menekan besarnya usaha yang dibutuhkan atau, sebaliknya, mengoptimalkan manfaat yang hendak dicapai.

Menurut Taha (2017), optimalisasi adalah proses yang melibatkan pencarian solusi terbaik dari suatu masalah yang kompleks, di mana tujuan utama adalah untuk memaksimalkan atau meminimalkan fungsi objektif dengan mempertimbangkan berbagai batasan yang ada. Optimalisasi sering digunakan dalam pengambilan keputusan di berbagai bidang, termasuk manajemen, teknik, dan ekonomi

Bisa diambil kesimpulan bahwasanya optimalisasi ialah fase dalam pencarian serta mencapai hasil terbaik atau yang paling optimal dalam suatu situasi atau keadaan tertentu, dengan cara melakukan analisis, evaluasi, dan

tindakan yang tepat untuk meningkatkan kinerja atau efisiensi sistem, proses, atau aktivitas yang sedang berlangsung.

## 2. Teori Pengoperasian *Ballast Water Management Plan*

### a. Pengertian *Ballast Water*

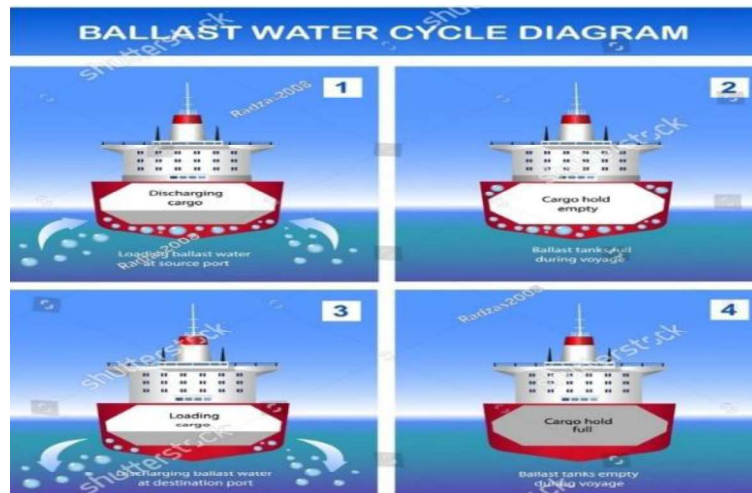
*Ballast water* merupakan air yang digunakan oleh kapal pada saat muatan kosong atau setengah terisi, sebagai pemberat untuk menjaga stabilitas dan keseimbangan kapal. Pada saat berlangsungnya proses pengisian air *ballast* (*ballasting*), berbagai organisme akuatik diperkirakan ikut terangkut ke dalam tangki *ballast*, mulai dari bakteri dan mikroorganisme, ubur-ubur, larva, serta telur biota laut, hingga bentuk organisme air berukuran relatif lebih besar. Intrusi spesies asing dari ekosistem yang terbawa ketika pembuangan air *ballast* (*deballasting*) bisa menjadi ancaman bagi kelangsungan lingkungan laut setempat, memicu terganggunya keseimbangan ekosistem laut, serta menyebabkan disrupsi terhadap kondisi ekologi perairan di sekitarnya (Abdillah, 2020: 287).

Menurut BWMC tahun 2004 yang telah diadakan oleh IMO dan diresmikan secara global pada tanggal 8 September 2017, pada pasal 1 butir 2 disebutkan bahwa air *ballast* dimaknai sebagai air yang mengandung zat, bahan, atau muatan lain yang bergantung pada keberadaan air tersebut, yang dibawa oleh kapal dengan tujuan mengatur *trim*, *list* (kemiringan), benaman, kestabilan, maupun tekanan yang bekerja pada badan kapal. Selanjutnya, dalam butir 3 dijelaskan bahwa *Ballast Water Management* merupakan serangkaian proses

mekanis, fisika, kimia, dan biologi, baik diterapkan secara tunggal maupun dalam bentuk kombinasi yang bertujuan untuk meniadakan, menetralkan, atau mencegah pengambilan serta pelepasan organisme laut berbahaya berikut patogen yang terkandung dalam air *ballast* maupun endapannya.

b. Proses *Ballast Exchange*

Dalam kondisi muatan kosong maupun ketika jumlah muatan relatif sedikit, pemenuhan air *ballast* dalam jumlah memadai menjadi keharusan agar kestabilan kapal, tingkat kemiringan, tekanan struktur, serta terbenamnya baling-baling dapat terjaga secara optimal, sehingga keselamatan pelayaran dapat terjamin.



Gambar 2. 1. *Ballast Exchange*

Sumber : <https://www.shutterstock.com>

Upaya pencegahan terhadap pencemaran yang berpotensi timbul akibat proses *ballast exchange* kapal menjadi tujuan utama regulasi air *ballast* yang dikeluarkan oleh IMO. Sehubungan dengan itu, dua ketentuan pengelolaan air *ballast* yang dapat diterapkan saat pelaksanaan *ballast exchange* telah ditetapkan dalam BWMC 2004,

yakni melalui penerapan Standard D-1 serta Standard D-2. Berikut merupakan penjabaran dari kedua regulasi tersebut:

1) Regulasi D-1 (*open-ocean exchange*)

Regulasi ini mewajibkan kapal melakukan *ballast exchange* minimal 95% dari kapasitas total tangki *ballast*. Proses ini dilakukan dengan jarak minimal 200 nm dari garis pantai terdekat serta setidaknya pada kedalaman 200 meter. Bagi kapal yang memanfaatkan metode *pumping-through*, kapasitas pompa harus mampu memompa dengan terus-menerus selama pengisian 3 kali volume tangki *ballast*. Terdapat 3 metode utama yang telah dievaluasi dan diterima oleh IMO, yakni:

a) *Sequential Method*

Suatu proses dimana tangki air *ballast* dikosongkan terlebih dahulu, kemudian diisi kembali setidaknya hingga 95% dari total volume tangki *ballast* yang dimiliki oleh kapal.

b) *Flow-through Method*

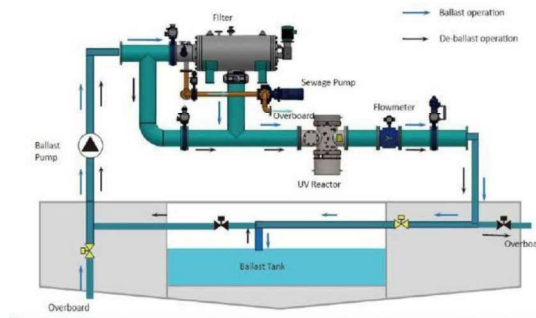
Metode ini dilakukan dengan memompa air *ballast* secara terus menerus hingga terjadi luapan (*overflow*) selama proses pengisian 3 kali volume tangki *ballast* di kapal untuk menjamin pertukaran minimal 95%.

c) *Dilution Method*

Proses pertukaran dilakukan dengan cara mengganti air *ballast* yang ada di tangki yang dilakukan secara bersamaa lewat metode pengisian tangki melalui bagian atas kemudian air *ballast* yang

ada di dalam tangki dibuang melalui bagian dasar dari tangki dengan laju aliran yang serupa.

## 2) Regulasi D-2 (*Ballast Water Treatment*)



Gambar 2. 2 *Ballast Water Treatment System*

Sumber : <http://www.cqhisea.com>

Batas pelepasan organisme hidup dari kapal yang menerapkan sistem manajemen air *ballast* ditetapkan secara ketat, yakni tidak melebihi 10 organisme hidup per meter kubik untuk organisme berukuran lebih dari 50 mm, serta tidak melampaui 10 organisme hidup per mililiter untuk ukuran di bawah 50 mm. Ketentuan tersebut pada akhirnya mewajibkan pemanfaatan *Ballast Water Treatment System* sebagai sarana pengolahan air *ballast* sebelum dilakukan pembuangan. Menurut (Arpianto & Hanna, 2023) ada 3 metode yang digunakan untuk dalam sistem BWTS yaitu:

- a) *Mechanical System: filtration, cyclone separation, electro-mechanical separation*
- b) *Physical Disinfection: UV rays, cavitation / ultrasound, de-oxygenation*
- c) *Chemical Treatment: electrolysis & disinfect biocides*

### 3. Pencemaran Air Laut

UNCLOS 1982 (*United Nations Convention on the Law of the Sea*) dalam pasal 1 ayat 4, mendefinisikan pencemaran laut sebagai perubahan pada ekosistem laut (termasuk muara sungai) yang diakibatkan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung yang menimbulkan akibat buruk sehingga dapat merusak sumber daya laut, menimbulkan bahaya terhadap kesehatan manusia, gangguan terhadap kegiatan di laut termasuk didalamnya perikanan serta pemanfaatan laut dengan valid, memperburuk kualitas air laut serta manfaatnya.

Kerusakan yang terjadi pada perairan beserta seluruh dampak yang menyertainya, sebagaimana dimaksud dalam Peraturan Menteri Perhubungan No. 29 Tahun 2014 Bab I Pasal 1 Ayat (1), dipahami sebagai pencemaran laut yang timbul akibat terjadinya tumpahan atau pelepasan bahan, baik yang berlangsung secara sengaja maupun tidak disengaja. Bahan tersebut meliputi minyak, zat cair beracun, muatan berbahaya dalam kemasan, kotoran, sampah, hingga emisi udara yang berasal dari aktivitas kapal.

Sebagaimana diatur dalam ketentuan yang telah ditetapkan oleh IMO, setiap kegiatan pengelolaan air *ballast* yang dilakukan oleh kapal wajib didokumentasikan secara tertib dalam *Ballast Water Record Book* sesuai dengan regulasi yang berlaku. Dalam pelaksanaan pengoperasian air *ballast* tersebut, berikut terdapat sejumlah aspek penting yang harus dicatat:

- a. Volume air *ballast* yang dimasukkan ke dalam tangki *ballast*.
- b. Letak lintang dan bujur kapal pada saat kegiatan pengisian air *ballast*

berlangsung.

- c. Pengetahuan serta pengawasan Nahkoda sebagai penanggung jawab tertinggi di atas kapal terhadap seluruh aktivitas air *ballast*.
- d. Identifikasi tangki yang digunakan sebagai tempat penampungan air *ballast*.
- e. Nilai kadar garam (salinitas) dari air *ballast* yang diisikan.
- f. Pencatatan tanggal dan waktu pelaksanaan pengisian air *ballast* ke dalam tangki *ballast*.
- g. Suhu air *ballast* pada saat proses pengisian dilakukan.
- h. Setiap kegiatan operasional air *ballast* yang dicatat wajib diketahui dan disahkan melalui tanda tangan mualim yang bertanggung jawab, yakni Mualim I.
- i. Apabila terjadi kondisi tidak normal atau insiden selama proses *ballasting* maupun *deballasting*, kejadian tersebut harus dilaporkan kepada Mualim I dan Nahkoda serta dibuatkan laporan resmi untuk disampaikan kepada pihak terkait selanjutnya.

Selanjutnya pada pasal 48 disebutkan:

- (1) Setiap kapal dengan ukuran 400 GT (empat ratus *Gross Tonnage*) atau lebih yang membawa air balas dan berlayar di perairan internasional wajib memenuhi ketentuan konvensi manajemen air balas (*Ballast Water Management Convention*).
- (2) Setiap kapal yang membawa air balas dengan kapasitas 1500 m<sup>3</sup> atau lebih yang berlayar di perairan Indonesia wajib memenuhi ketentuan manajemen air balas dalam Peraturan Menteri ini.

(3) Kapal yang telah memenuhi ketentuan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) diterbitkan sertifikat manajemen air balas oleh Direktur Jenderal.

Dari pasal 48 tersebut dapat disimpulkan bahwa kapal dengan ukuran GT 400 atau lebih serta mengangkut air *ballast* dengan kapasitas 1500 m<sup>3</sup> atau lebih yang melakukan pelayaran di perairan Indonesia ataupun internasional wajib memenuhi ketentuan manajemen air *ballast*. Jika kapal telah memenuhi ketentuan tersebut maka, sertifikat manajemen air *ballast* akan diterbitkan oleh Direktur Jenderal.

#### 4. Kapal *Bulk Carrier* / Kapal Curah

*Bulk carrier* ialah jenis kapal niaga yang didesain tertentu guna melaksanakan pengangkutan muatan berisi curah dalam jumlah besar dan tanpa pengemasan. Kapal ini biasanya digunakan untuk untuk membawa muatan seperti biji-bijian, batu bara, bijih mineral, dan muatan curah lainnya secara efisien melalui jalur laut. Kapal *bulk carrier* memiliki ruang muat yang besar dan khusus yang dirancang agar mampu memuat muatan curah dengan aman yang memudahkan proses bongkar muat. (Hossain, 2023).

Proses bongkar muat muatan curah membutuhkan perhatian khusus terhadap stabilitas kapal, penggunaan sistem konveyor, perlindungan lingkungan, dan kepatuhan terhadap pedoman keselamatan. Dengan memahami karakteristik dan persyaratan kapal curah, proses pembongkaran muatan curah bisa dilakukan dengan efisien serta aman.

Menurut Sasono (2012:131), kegiatan bongkar muat adalah kegiatan membongkar barang-barang impor dan atau barang-barang antar pulau

(*interinsuler*) dari atas kapal dengan menggunakan *crane* dan *sling* kapal ke daratan terdekat di tepi kapal yang lazim disebut dermaga, kemudian dari dermaga dengan menggunakan lori, *forklift* atau kereta dorong, dimasukkan dan ditata ke dalam gudang terdekat yang ditunjuk oleh administrator Pelabuhan. Sementara kegiatan muat adalah kegiatan sebaliknya

Sebelum memulai proses pemuatan, perlu dilakukan perencanaan yang matang. Hal ini meliputi penentuan jumlah dan jenis muatan yang akan dimuat, pengaturan urutan pemuatan yang optimal, dan penghitungan kebutuhan air *ballast* yang sesuai untuk menjaga keseimbangan kapal. Sebelum memulai pemuatan, kapal harus melakukan proses *ballasting* dengan tepat. Air *ballast* harus diambil dari sumber yang aman dan sesuai dengan ketentuan BWM Code. Sistem *ballast* harus dioperasikan dengan benar, termasuk penggunaan pompa *ballast* yang sesuai dan pemantauan tingkat air *ballast* yang akurat.

Saat memuat muatan, penting untuk memperhatikan distribusi muatan yang seimbang di dalam kapal. Tim ABK *deck* harus mengatur urutan pemuatan dengan bijaksana, memastikan bahwa muatan dibagikan secara merata untuk menjaga stabilitas kapal. Selain itu, perlu diperhatikan juga batasan muatan maksimum yang diizinkan oleh kapal.

Setelah proses pemuatan selesai, langkah selanjutnya adalah membuang air *ballast* yang tertampung di dalam kapal. Sesuai dengan BWM Code, air *ballast* harus diolah atau ditukar dengan air *ballast* di laut terbuka untuk mengurangi risiko penyebaran organisme invasif. Proses

*ballast water exchange* atau *treatment* harus dilakukan sesuai dengan pedoman yang berlaku.

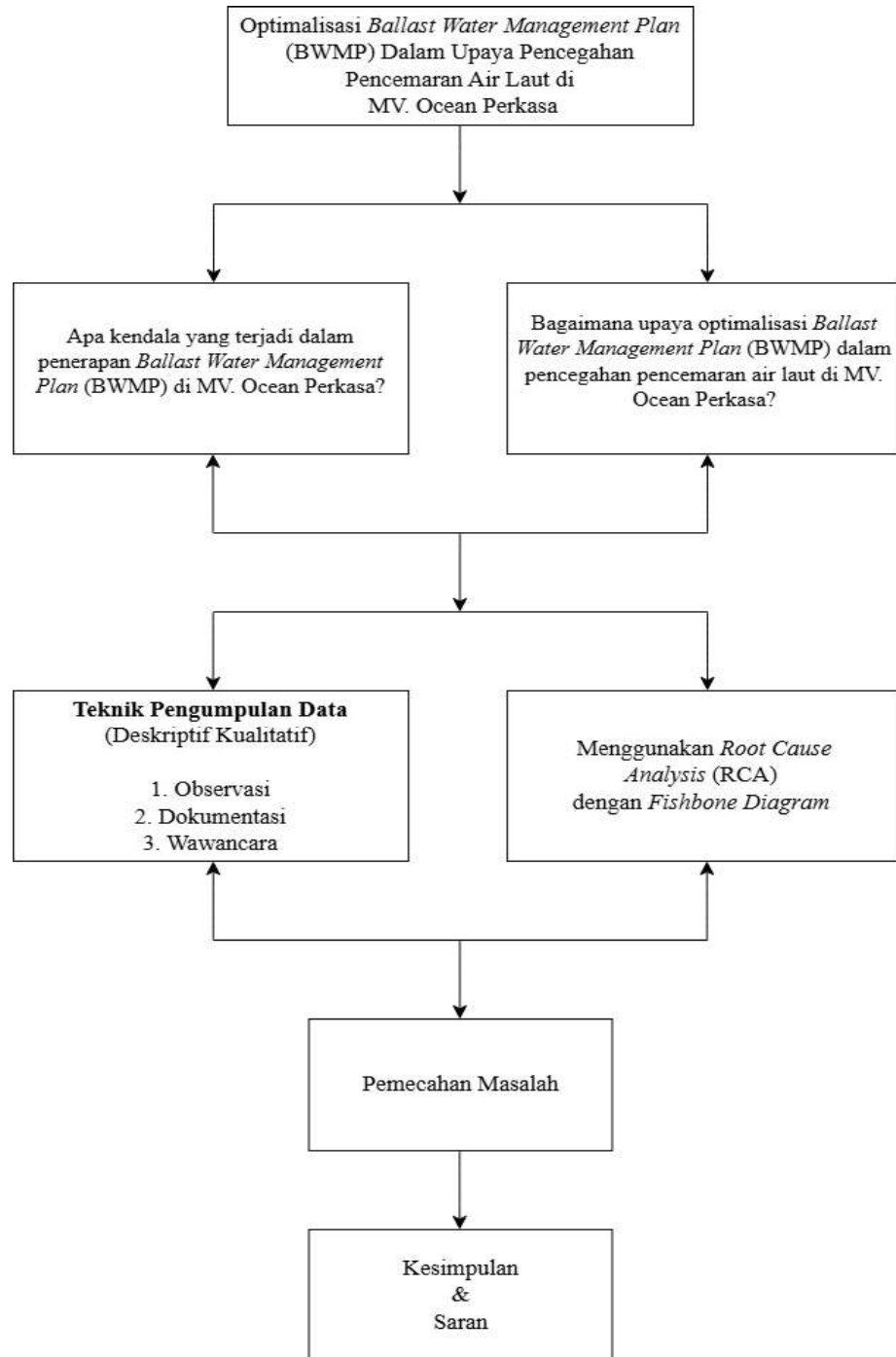
Dengan memastikan penanganan muatan yang optimal dan mematuhi ketentuan *BWM Code*, kapal dapat mengurangi risiko penyebaran organisme invasif dan mencapai manajemen air *ballast* yang efektif, berkontribusi pada keberlanjutan ekosistem laut, dan mematuhi regulasi yang berlaku dalam industri maritim.

### **C. KERANGKA BERPIKIR**

Menurut Creswell (2014), kerangka berpikir merupakan landasan teoritis yang menjadi dasar bagi peneliti untuk mengembangkan penelitian. Kerangka berpikir membantu menjelaskan hubungan antar variabel yang akan diteliti serta bagaimana sejumlah teori yang terkait dapat menjelaskan fenomena yang menjadi fokus penelitian. Dengan kerangka berpikir, peneliti dapat membuat hubungan logis antara konsep-konsep, mendefinisikan masalah, dan menyusun hipotesis yang akan diuji.

Menurut Polancik (2009), sebagai representasi visual dari alur penalaran, kerangka berpikir diposisikan dalam bentuk diagram yang menyusun logika serta sistematika tema kajian yang akan diuraikan. Penyusunannya bertolak dari rumusan pertanyaan penelitian, dengan fungsi utama guna memperlihatkan keterkaitan antarkonsep maupun variabel pokok dalam penelitian secara terstruktur serta mudah dipahami. Dengan kata lain, kerangka berpikir membantu menata ide dan teori secara sistematis agar memudahkan peneliti dalam merancang dan melaksanakan penelitian.

Secara keseluruhan, kerangka berpikir bukan hanya sekedar teori atau konsep yang abstrak, tetapi merupakan alat praktis dan terorganisir yang menghubungkan pemikiran konseptual dengan tujuan penelitian secara nyata. Kerangka berpikir dapat membantu peneliti melihat gambaran besar penelitian, sekaligus memperjelas arah dan fokus dalam setiap tahap yang dilaksanakan.



Gambar 2. 3 Kerangka Berpikir  
Sumber : Diolah Penulis (2025)

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. JENIS PENELITIAN**

Walidin, Saifullah, & Tabrani dalam Fadli (2021) menyatakan, penelitian kualitatif adalah suatu proses penelitian yang bertujuan untuk memahami fenomena manusia atau sosial dengan menghasilkan gambaran yang mendalam dan kompleks yang dapat disajikan dengan kata-kata, melaporkan pandangan terperinci yang diperoleh dari informan, serta dilakukan dalam latar *setting* yang alamiah. Selanjutnya menurut Bogdan & Taylor dalam Moleong (2019:4), pendekatan kualitatif adalah prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis dan perilaku orang-orang yang diamati.

Melihat atas sejumlah pengertian diatas, penulis menentukan kesimpulan bahwasanya penelitian kualitatif ialah jenis penelitian yang dilakukan dengan mempelajari subjek secara menyeluruh dan mendalam serta menggunakan metode yang alamiah. Penelitian kualitatif terdiri dari interpretasi dan praktik lingkungan sosial. Interpretasi terdiri dari catatan lapangan, wawancara, diskusi, dokumentasi, catatan terkait penelitian. Dalam hal ini penelitian kualitatif menggabungkan teknik interpretasi untuk memperoleh pemahaman yang lebih jelas terkait dengan masalah tersebut.

Dalam menyusun Tugas Akhir ini, penulis memilih jenis penelitian kualitatif, yaitu metode pemaparan dengan menganalisa data berupa temuan-temuan yang didapat di lapangan. Penjelasan tersebut membantu penulis untuk mengeksplorasi situasi sosial melalui instrument pengukuran yang terdiri atas, sejumlah teori-teori yang selaras dengan permasalahan.

## **B. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN**

### **1. Waktu Penelitian**

Penulis melakukan praktik laut (prala) di atas kapal MV. Ocean Perkasa yang terhitung sejak tanggal 04 Oktober 2023 hingga 10 Oktober 2024, namun penelitian hanya dilakukan pada saat kapal mengalami malfungsi pada sistem TRO yang dialami ketika kegiatan *deballasting* yang dilaksanakan di perairan internasional ketika kapal sedang berlayar menuju ke Kanada.

### **2. Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di atas kapal MV. Ocean Perkasa yang telah dilengkapi dengan *Ballast Water Management System* (BWMS). Selama pelaksanaan penelitian, penulis terlibat langsung dalam kegiatan operasional kapal sehingga dapat mengamati secara langsung pelaksanaan *ballast operation*, kondisi sistem BWTS, serta penerapan prosedur yang berlaku di lapangan.

## **C. SUMBER DATA PENELITIAN**

Data yang dibutuhkan diperoleh dari sejumlah sumber yang selaras yang mana dilaksanakan pada tahap ini. Data yang dikumpulkan baik langsung dari objek, peristiwa atau fenomena yang diamati, maupun dari berbagai sumber informasi yang dapat diakses. Penulis berharap bahwa data dan informasi yang terkumpul akan menjadi landasan yang kuat guna menjawab atas permasalahan yang menjadi topik bahasan pada Tugas Akhir ini. Berikut merupakan sumber data sekunder serta primer yang dimanfaatkan pada studi ini:

### 1. Data Primer

Menurut Salim (2019: 103), "Sebagai data yang bersumber langsung dari lapangan, data primer dipahami sebagai informasi yang dihimpun atau diperoleh peneliti (penulis) secara langsung dari sumbernya, baik melalui pengamatan maupun keterlibatan langsung dalam situasi yang diteliti. Melalui cara tersebut, peneliti (penulis) dapat menangkap rincian peristiwa atau kondisi yang berlangsung pada saat itu, sehingga data primer kerap disebut sebagai data asli yang memiliki karakter mutakhir atau *up to date*".

### 2. Data Sekunder

Sebagai data pelengkap, data sekunder dipahami sebagai informasi yang diperoleh atau dihimpun peneliti dari sumber selain pengamatan langsung. Dalam penelitian ini, penulis memanfaatkan sejumlah data sekunder yang bersumber dari pihak perusahaan, antara lain *Ship Particular*, serta temuan penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan. Seluruh data tersebut digunakan sebagai bahan rujukan guna mendukung pelaksanaan penelitian yang sedang dilakukan.

## **D. TEKNIK PENGUMPULAN DATA**

Proses dikumpulkannya data ialah tahap yang krusial berkaitan dengan sebuah studi karena tahap ini berhubungan dengan proses dikumpulkannya informasi atau fakta yang relevan yang terkait dengan penelitian. Informasi penelitian dapat dihimpun melalui beragam teknik pengumpulan data, antara lain observasi, wawancara, penyebaran kuesioner, serta penelaahan dokumen. Perancangan desain pengumpulan data menjadi tahap awal yang penting,

karena menentukan kesesuaian antara tujuan penelitian dengan jenis data yang dibutuhkan. Untuk memastikan keakuratan serta terpercayanya data yang sudah dikumpulkan, sehingga dalam proses pengumpulannya, validitas dan reliabilitas data harus diperhatikan. (Bryman, 2016).

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data yang disesuaikan dengan kondisi praktik laut di kapal MV. Ocean Perkasa. Tujuannya adalah untuk memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai proses pelaksanaan *Ballast Water Management Plan* dan kendala yang terjadi pada sistem TRO. Berikut teknik yang dimanfaatkan:

#### 1. Observasi

Observasi ialah metode yang melibatkan pengamatan langsung pada proses atau fenomena yang dialami untuk mendeskripsikan pola serta interaksi yang membantu peneliti dalam mengumpulkan data. Leedy dan Ormrod (2019:172) mendefinisikan bahwa pengamatan ialah bagian dari cara mengumpulkan data yang mana penulis dapat melihat serta mencatat perilaku dalam konteks alami, termasuk observasi terstruktur.

Penulis melakukan pengamatan langsung terhadap kegiatan *ballasting* dan *deballasting* di atas kapal, terutama ketika terjadi malfungsi pada sistem TRO. Observasi ini membantu penulis memahami alur kerja sistem BWMS, posisi filter yang tersumbat, serta langkah-langkah perbaikan yang dilakukan oleh kru kapal.

#### 2. Wawancara

Wawancara adalah metode dalam dikumpulkannya data lewat pengajuan pertanyaan lisan dengan tatap muka atau virtual kepada informan

untuk memperoleh informasi mendalam tentang pandangan, pengalaman, dan persepsi mereka. Creswell (2014) mendefinisikan wawancara sebagai interaksi dua arah antara peneliti dan responden, yang dapat bersifat terstruktur, semi-terstruktur, atau tidak terstruktur, dengan tujuan menggali data kualitatif yang kaya dan nuansa emosional.

Penulis melakukan wawancara semi-terstruktur dengan para *officer* dan *engineer* yang terlibat dalam pengoperasian sistem *ballast*, seperti *Captain*, *Chief Officer*, dan *Second Engineer*. Pertanyaan difokuskan pada pengalaman mereka saat proses *deballasting*, penyebab penyumbatan filter TRO, serta tindakan optimalisasi yang diterapkan agar sistem tetap berfungsi sesuai standar D-2.

### 3. Dokumentasi

Dokumentasi adalah proses sistematis pengumpulan serta penganalisisan dokumen yang selaras dengan kasus studi, termasuk teks, gambar, atau data digital, untuk memperoleh bukti deskriptif dan historis yang mendukung interpretasi fenomena. Merriam (2019) menekankan bahwa dokumentasi efektif dalam studi kasus karena menyediakan data yang stabil dan mudah diakses, dengan langkah-langkah seperti pemilihan dokumen berdasarkan kriteria relevansi, keaslian, dan representativitas, serta analisis konten tematik untuk mengungkap pola.

Pengumpulan data dilakukan oleh penulis melalui dokumen resmi serta foto dan catatan kegiatan di lapangan. Dokumen-dokumen ini memberikan bukti konkret tentang penerapan prosedur BWMP dan mendukung hasil observasi maupun wawancara.

Melalui ketiga teknik ini, penulis memperoleh data empiris yang menggambarkan kondisi aktual sistem *ballast water* di kapal, sehingga hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara teknis dan ilmiah.

#### **E. TEKNIK ANALISIS DATA**

Mengacu pada Yin (2018), analisa data pada studi kasus ialah proses teratur yang memeriksa bukti dari berbagai sumber, mencocokkan pola yang muncul, membangun penjelasan sebab-akibat, serta membandingkannya dengan kerangka teori untuk menghasilkan pemahaman yang bisa digeneralisasi secara analitis. Pendekatan ini menekankan penggunaan panduan ketat dan pemeriksaan silang agar hasilnya kuat dan dapat diandalkan.

Heizer & Render (2014: 234) mendefinisikan diagram *fishbone* menjadi instrumen analitis yang dimanfaatkan guna menggambarkan hubungan antara sebuah masalah dan potensi penyebabnya. Dengan menggunakan pendekatan yang terstruktur, penulis dapat secara sistematis menelusuri semua faktor yang mungkin berkontribusi terhadap suatu masalah.

Data yang sudah terkumpul dari perolehan wawancara, pengamatan, serta dokumentasi kemudian dianalisis secara kualitatif menggunakan pendekatan deskriptif analitis. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab malfungsi sistem TRO dan merumuskan langkah optimalisasi yang sesuai dengan prinsip *Ballast Water Management Convention* (BWMC). Untuk memperjelas hubungan antara faktor penyebab dan akibat yang muncul, penulis juga menggunakan diagram *fishbone*. Berikut merupakan langkah-langkah untuk membuat *fishbone* diagram:

1. Identifikasi Penyebab: Dengan mengorganisir penyebab atau masalah utama yang ingin dipecahkan dalam kategori yang jelas.
2. Menentukan Kategori Penyebab: Hal ini berkaitan dengan kategori yang dapat berkontribusi pada masalah utama misalnya *man, method, machine, material, money, environment*.
3. Membuat Tulang Cabang: Pada tahap ini, setiap kategori yang telah ditetapkan dikembangkan menjadi cabang-cabang spesifik yang berisi detail penyebab masalah
4. Analisis Akar Penyebab: Setelah semua potensi penyebab teridentifikasi, tahap berikutnya berfokus pada penyaringan dan penetapan sejumlah faktor yang berdampak bagi masalah utama
5. Solusi dan Tindakan: Mengacu pada akar permasalahan yang telah teridentifikasi kemudian mengembangkan solusi untuk mengatasi setiap penyebab utama.
6. Implementasi dan Evaluasi: Merupakan eksekusi dari solusi yang telah dirumuskan kemudian lakukan evaluasi terhadap dampaknya pada masalah utama.

Dengan langkah-langkah di atas, diagram *fishbone* menjadi alat analisis yang kuat untuk menemukan dan mengatasi akar penyebab masalah secara terstruktur dan komprehensif dalam konteks studi.