

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS DAMPAK TRIM KAPAL TERHADAP
KEMAMPUAN MANUVER DAN KEAMANAN KAPAL
SELAMA BERLAYAR DI MV. HL PORT HEDLAND**



DWI SATRIO LAKSONO

NIT 22 36308 3 007

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

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

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS DAMPAK TRIM KAPAL TERHADAP
KEMAMPUAN MANUVER DAN KEAMANAN KAPAL
SELAMA BERLAYAR DI MV. HL PORT HEDLAND**



DWI SATRIO LAKSONO

NIT 22 36308 3 007

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: Dwi Satrio Laksono

Nomor Induk Taruna : 22363083007

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Operasi Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

ANALISIS DAMPAK TRIM KAPAL TERHADAP KEMAMPUAN MANUEVER DAN KEAMANAN KAPAL SELAMA BERLAYAR DI MV. HL PORT HEDLAND

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

SURABAYA, 2 Juni 2026



DWI Satrio LAKSONO
NIT. 22363083007

PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN

PROPOSAL TUGAS AKHIR

Judul : **ANALISIS DAMPAK TRIM KAPAL TERHADAP KEMAMPUAN MANUVER DAN KEAMANAN KAPAL SELAMA BERLAYAR DI MV HL PORT HEDLAND**

Program Studi : D-IV TEKNOLOGI REKAYASA OPERASI KAPAL

Nama : DWI SATRIO LAKSONO

NIT : 22 36308 3 007

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, 25 Juni 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

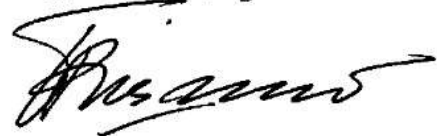


(Dr.A.A Ngurah Ade D.P.Y., S.Si.T., M.Pd.)

Pembina (IV/a)

NIP. 198302262010121003

Dosen Pembimbing II



(Dr. Trisnowati Rahayu, M.AP)

Pembina Utama Muda(IV/c)

NIP. 196602161993032001

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal



(I'E SUWONDO, S.Si.T., M.Pd., M.Mar.)

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19770214 200912 1 001

PERSETUJUAN SEMINAR

HASIL TUGAS AKHIR

Judul : **ANALISIS DAMPAK TRIM KAPAL TERHADAP KEMAMPUAN MANUVER DAN KEAMANAN KAPAL SELAMA BERLAYAR DI MV HL PORT HEDLAND**

Program Studi : **D-IV TEKNOLOGI REKAYASA OPERASI KAPAL**

Nama : **DWI SATRIO LAKSONO**

NIT : **22 36308 3 007**

Jenis Tugas Akhir : **Prototype / Proyek / Karya Ilmiah Terapan***
Keterangan: *(coret yang tidak perlu)

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

Surabaya, 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Dr.A.A Ngurah Ade D.P.Y., S.Si.T., M.Pd.)

Pembina (IV/a)
NIP. 198302262010121003

Dosen Pembimbing II



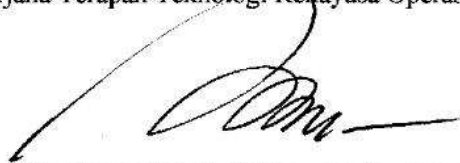
(Dr. Trisnowati Rahayu, M.AP)

Pembina Utama Muda(IV/c)
NIP. 196602161993032001

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal



(PIE SUWONDO, S.Si.T., M.Pd., M.Mar.)

Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19770214 200912 1 001

PENGESAHAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

ANANLISIS DAMPAK TRIM KAPAL TERHADAP KEMAMPUAN
MANUVER DAN KEAMANAN KAPAL SELAMA BERLAYAR DI MV HL
PORT HEDLAND

Disusun Oleh:

DWI SATRIO LAKSONO
NIT. 22.36308.3.007

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

Surabaya, 28 Juni 2024

Mengesahkan,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dosen Penguji III



(ELISE DWILESTARI S. Sos., M.Pd.)
Penata (III/d)
NIP. 19810603200212002



(Dr. A.A. NGURAH ADE D.P.Y., S.Si.T., M.Pd.)
Pembina (IV/a)
NIP. 198302262010121003



(Dr. TRISNOWATI RAHAYU, M.AP.)
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 196602161993032001

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal



(FIE 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

**ANALISIS DAMPAK TRIM KAPAL TERHADAP KEMAMPUAN
MANUVER DAN KEAMANAN KAPAL SELAMA BERLAYAR DI MV HL
PORT HEDLAND**

Disusun Oleh:

DWI SATRIO LAKSONO
NIT. 22.36308.3.007

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

Surabaya, 2026

Mengesahkan,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dosen Penguji III



(ELISE DWI LESTARIS, Sos., M.Pd.)
Penata (III/d)
NIP. 19810603200212002



(Dr. A.A. NGURAH ADE D.P.Y., S.SLT., M.Pd.)
Pembina (IV/a)
NIP. 198302262010121003



(Dr. TRISNOWATI RAHAYU, M.AP.)
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 196602161993032001

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal



(P'IE SUWONDO, S.Si.T., M.Pd., M.Mar.)

Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19770214 200912 1 001

ABSTRAK

DWI SATRIO LAKSONO, “*Analisis Dampak Trim Kapal Terhadap Kemampuan Manuver Dan Keamanan Kapal Selama Berlayar Di MV. HL Port Hedland*”. Dibimbing oleh Bapak Anak Agung Ngurah Ade Dwi Putra Yudha dan Ibu Trisnowati Rahayu.

Karya ilmiah ini membahas analisis dampak trim kapal terhadap kemampuan manuver dan keamanan kapal selama berlayar. Trim kapal, yang merupakan perbedaan antara kedalaman air dibagian depan dan belakang kapal, mempengaruhi sejumlah aspek penting dalam operasi pelayaran. Fokus utama kajian ini adalah untuk mengevaluasi bagaimana trim kapal mempengaruhi kemampuan manuver kapal dan faktor keamanan yang terkait. Metode penelitian yang digunakan melibatkan pengumpulan data trim kapal dari berbagai kondisi operasional dan analisis terhadap dampaknya terhadap performa kapal. Parameter yang dianalisis meliputi pengaruh trim terhadap stabilitas kapal, kemampuan manuver dalam berbagai situasi cuaca dan lalu lintas kapal, serta potensi risiko kecelakaan yang dapat terjadi akibat trim yang tidak optimal. Temuan penelitian menunjukkan bahwa pengaturan trim kapal yang sesuai dapat meningkatkan kemampuan manuver dalam situasi darurat seperti manuver menghindar dan bermanuver di perairan sempit. Selain itu, pengaturan trim yang optimal juga berkontribusi pada stabilitas kapal serta mengurangi risiko kecelakaan laut. Kesimpulan dari kajian ini adalah pentingnya memperhatikan trim kapal sebagai faktor kritis dalam perencanaan dan pelaksanaan pelayaran. Pengoptimalan trim dapat meningkatkan efisiensi operasional kapal serta meningkatkan tingkat keamanan bagi awak kapal dan lingkungan maritim. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pemahaman lebih mendalam tentang bagaimana trim kapal dapat dioptimalkan untuk meningkatkan kemampuan manuver dan keamanan kapal selama berlayar.

Kata kunci: Trim, Manuver, Keamanan

ABSTRACT

DWI SATRIO LAKSONO, "*Analysis of the Impact of Ship Trim on Maneuverability and Ship Safety During Sailing On MV. HL Port Hedlnad*". Supervised by Anak Agung Ngurah Ade Dwi Putra Yudha and Trisnowati Rahayu.

This scientific work discusses the analysis of the impact of ship trim on the maneuverability and safety of ships during sailing. Ship trim, which is the difference between the water depth fore and aft of a ship, affects a number of important aspects of shipping operations. The main focus of this study is to evaluate how ship trim affects ship maneuverability and associated safety factors. The research method used involved collecting ship trim data from various operational conditions and analyzing its impact on ship performance. The parameters analyzed include the effect of trim on ship stability, maneuverability in various weather and vessel traffic situations, and the potential risk of accidents that could occur due to non-optimal trim. The research findings show that appropriate ship trim settings can improve maneuverability in emergency situations such as evasive maneuvers and maneuvering in narrow waters. In addition, optimal trim settings also contribute to ship stability and reduce the risk of marine accidents. The conclusion of this study is the importance of considering ship trim as a critical factor in voyage planning and execution. Trim optimization can improve the operational efficiency of the ship as well as increase the level of safety for the crew and the maritime environment. This research contributes to a deeper understanding of how ship trim can be optimized to improve the maneuverability and safety of ships during sailing.

Keywords: *Trim, Maneuvering, Safety*

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang. Segala puji hanya bagi Allah tuhan seluruh alam. Atas berkah Allah SWT yang maha kuasa dan dengan keinginan luhur saya bisa menyelesaikan tugas karya ilmiah terapan yang berjudul

“ANALISIS DAMPAK TRIM KAPAL TERHADAP KEMAMPUAN MANUVER DAN KEAMANAN KAPAL SELAMA BERLAYAR DI MV. HL PORT HEDLAND”

Terima kasih senantiasa saya haturkan kepada kedua orang tua saya di rumah yang tidak henti-hentinya memberikan semangat dan memanjatkan doa untuk saya agar diberikan kemudahan dalam menuntut ilmu di kampus perjuangan Politeknik Pelayaran Surabaya. Terimakasih juga saya haturkan kepada seluruh pihak atas terselesaikannya tugas akhir ini, yaitu:

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan dukungan dan fasilitas dalam proses penyusunan karya ilmiah terapan ini.
2. Bapak I’ie Suwondo, S.Si.T., M.Pd., M.Mar. Selaku Ketua Program Studi TROK yang telah memberikan motivasi dalam proses penyusunan karya ilmiah terapan ini.
3. Bapak Dr. Anak Agung Ngurah Ade Dwi Putra Yudha, S.Si.T M.Pd. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, wawasan dan pengetahuan yang bermanfaat dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini.
4. Ibu Dr. Trisnowati Rahayu, M.AP selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, wawasan dan pengetahuan yang bermanfaat dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini.
5. Seluruh dosen dan civitas akademika Politeknik Pelayaran Surabaya, yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis.
6. Seluruh Crew Kapal MV. HL Port Hedland yang telah memberikan dukungan serta bimbingan kepada penulis dalam pengumpulan data untuk Karya Ilmiah Terapan ini.
7. Kepada kedua orang tua saya yang selalu memberikan dukungan moral dan moril yang senantiasa menguatkan saya untuk menyelesaikan pendidikan di kampus tercinta ini Politeknik Pelayaran Surabaya.

Demikian semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengembangan pengetahuan Taruna/i Politeknik Pelayaran Surabaya dan dunia pelayaran secara umum. Sebaik-baiknya orang adalah orang yang dapat memberikan manfaat kepada orang lain. Demikian yang dapat saya sampaikan, semoga kita dapat terus belajar dan suatu saat nanti bisa memberikan kontribusi nyata ke masyarakat. Terima kasih dan salam satu jangkar.

Surabaya,.....2026

DWI SATRIO LAKSONO
NIT. 22 36308 3 007

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iv
PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR	v
PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	6
B. Landasan Teori	7
1. Analisis.....	7
2. Dampak	8

3. Trim.....	9
4. Kapal	19
5. Manuver	24
6. Keamanan.....	30
7. Berlayar	30
C. Kerangka Penelitian	31
BAB III METODE PENELITIAN	32
A. Jenis Penelitian.....	32
B. Waktu Penelitian	32
C. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data	33
D. Teknik Analisis Data	35
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	37
A. Gambaran Umum Penelitian	37
B. Hasil Penelitian	42
C. Pembahasan.....	51
BAB V PENUTUP.....	56
A. Simpulan	56
B. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Review Penelitian Sebelumnya</i>	6
Tabel 2. 2 Uji coba <i>turning circle</i>	26
Tabel 2. 3 <i>Zig-zag test</i>	27
Tabel 2. 4 <i>Turning circle diameters</i>	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kapal Feri Sewol Korea terbalik.....	2
Gambar 2. 1 Kapal dalam kondisi <i>trim by stern</i>	11
Gambar 2. 2 Kapal dalam kondisi <i>trim by head</i>	13
Gambar 2. 3 Kapal dalam kondisi <i>even keel</i>	14
Gambar 2. 4 <i>Under Keel Clearance</i>	17
Gambar 2. 5 Kapal <i>Bulkcarrier</i> MV HL VISION.....	20
Gambar 2. 6 Kapal <i>tanker</i> MT. PERTAMINA PRIDE	21
Gambar 2. 7 Kapal LNG (<i>Liquid natural gas</i>).....	22
Gambar 2. 8 Kapal MV EVER ACE.....	23
Gambar 2. 9 Kerangka Penelitian	32
Gambar 4. 1 <i>Crewlist</i> MV. HL Port Hedland 1	38
Gambar 4. 2 MV. HL Port Hedland 1	40
Gambar 4. 3 <i>Ships Particular</i> MV. HL Port Hedland 1	41
Gambar 4. 4 <i>Departure and Arrival Condition</i>	43
Gambar 4. 5 <i>Ballast Condition and Cargo loading</i>	45
Gambar 4. 6 <i>Loading plan Port Waratah, Newcastle</i>	48
Gambar 4. 7 <i>Ballast Handling Log 1</i>	49

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri pelayaran telah menjadi pondasi perdagangan global selama berabad-abad. Dengan jaringan perdagangan global yang semakin luas, transportasi laut memainkan peran kunci dalam menghubungkan berbagai wilayah dan negara serta memungkinkan pertukaran barang dan sumber daya yang vital. Fokus utama dalam dunia maritim adalah keselamatan dan keamanan kapal saat berlayar. Berbagai upaya telah dilakukan untuk meningkatkan keamanan kapal, seperti pengembangan teknologi dan penerapan peraturan maritim yang lebih ketat. Tantangan baru tidak dapat dihindari dan terus berkembang, sehingga diperlukan penelitian berkelanjutan untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi keamanan kapal selama pelayaran.

Faktor-faktor tersebut mencakup berbagai hal, mulai dari kondisi cuaca, laut, hingga faktor manusia seperti kelalaian manusia. Selain itu, perkembangan teknologi dalam desain kapal, sistem navigasi, dan manajemen kapal juga memiliki peran penting dalam menentukan tingkat keamanan kapal saat berlayar terutama pada faktor kemampuan manuver kapal saat berlayar di tengah laut yang juga berdampak pada keamanan kapal.

Pada Gambar 1.1 dapat dilihat salah satu insiden yang menjadi sorotan adalah kejadian yang terjadi pada kapal Feri Sewol di Korea Selatan pada

tanggal 16 April 2014. Kapal tersebut sedang melakukan perjalanan dari Incheon menuju Pulau Jeju pada pagi hari.



Gambar 1. 1 Kapal Feri Sewol Korea terbalik

Sumber: <https://threadreaderapp.com/thread/1376840446073171971.html>

(Diakses pada tanggal 01 April 2024)

Diduga kapal mengalami manuver belok yang terlalu tajam hingga menyebabkan kapal miring dan akhirnya terbalik. Kejadian tersebut merujuk pada kondisi trim kapal yang kurang baik. Trim merupakan perbedaan antara kedalaman air di bagian depan dan belakang kapal yang biasanya diukur dalam satuan meter dan dinyatakan sebagai nilai positif atau negatif.

Trim terbagi dalam 3 bagian yaitu: 1) *even keel*, yang menunjukkan posisi di mana bagian depan dan belakang kapal memiliki draf yang sama; 2) *trim by head*, yang mengindikasikan posisi di mana bagian depan kapal lebih dalam daripada bagian belakangnya; dan 3) *trim by stern*, yang menunjukkan posisi dimana bagian belakang kapal lebih dalam daripada bagian depannya. *Draf* kapal, yang merupakan patokan jarak antara dasar kapal dengan dasar air, hal ini menjadi krusial karena perbedaan draf dapat memengaruhi kemampuan kapal dalam bergerak dan berlayar.

Trim kapal dapat terjadi dalam dua bentuk utama, yaitu *trim by stern* dan *trim by head*, yang masing-masing memberikan dampak berbeda terhadap cara kapal bergerak dan berlayar dalam berbagai kondisi, seperti angin dan ombak. Oleh karena itu, pemahaman terhadap pengaruh trim kapal terhadap kemampuan manuver dan keamanan menjadi faktor krusial untuk memastikan operasi pelayaran yang efisien dan aman. Trim yang tidak tepat dapat menyebabkan ketidakstabilan kapal serta menurunkan kemampuan manuver, sehingga meningkatkan risiko kecelakaan selama berlayar.

Dalam operasionalnya, kapal harus memiliki kemampuan untuk melakukan manuver secara cepat dan tepat guna menghindari potensi tabrakan dengan kapal lain maupun objek bawah laut, serta menjaga keselamatan selama pelayaran. Trim kapal, yang mengacu pada keseimbangan kapal di dalam air, memegang peranan penting dalam menentukan kemampuan manuver kapal. Dalam beberapa situasi, kondisi trim kapal yang tidak sesuai dapat menyulitkan kapal dalam melakukan manuver sehingga meningkatkan risiko terhadap keselamatan pelayaran. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk meneliti manuver kapal serta aspek keamanannya, yang selanjutnya dirumuskan dalam judul penelitian sebagai berikut:

“ANALISIS DAMPAK TRIM KAPAL TERHADAP KEMAMPUAN MANUVER DAN KEAMANAN KAPAL SELAMA BERLAYAR DI MV. HL PORT HEDLAND”

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana jenis-jenis trim kapal memengaruhi kemampuan manuver dan keamanan kapal selama berlayar?
2. Apa pengaruh trim kapal terhadap *Under Keel Clearance* guna mencegah kapal kandas?

C. Batasan Masalah

Pembahasan dalam penulisan ini difokuskan secara terarah agar sasaran yang ditetapkan dapat dicapai secara optimal. Ruang lingkup kajian sengaja dipersempit untuk mencegah berkembangnya pembahasan ke luar konteks, sehingga dalam Karya Ilmiah Terapan ini perhatian hanya diarahkan pada tiga kondisi trim kapal beserta dampaknya terhadap kemampuan manuver dan aspek keselamatan pelayaran. Selain itu, agar kesesuaian antara hasil penelitian dan judul tetap terjaga, pengamatan dibatasi pada kondisi operasional kapal selama pelayaran berlangsung.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan ini:

1. Untuk mengetahui jenis-jenis trim kapal memengaruhi kemampuan manuver dan keamanan kapal selama berlayar.
2. Mengetahui pengaruh trim kapal terhadap *Under Keel Clearance* guna menghindari kapal kandas.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat secara teoritis
 - a. Penelitian yang berjudul “Analisis Dampak Trim Kapal Terhadap Kemampuan Manuver dan Keamanan Kapal Selama Berlayar di MV. HL Port Hedland” diharapkan dapat bermanfaat untuk menambah ilmu pengetahuan tentang kenautikaan khususnya dalam hal trim kapal yang bisa memengaruhi manuver dan keamanan.
2. Manfaat secara praktis
 - b. Bagi *crew* kapal
 - 1) Menjadi referensi atau masukan saat menjadi perwira diatas kapal khususnya ketika menentukan trim kapal saat kegiatan berlayar.
 - 2) Untuk mengetahui pengaturan trim kapal yang tepat untuk manuver kapal yang efisien dan kapal tetap dalam kondisi paling aman dari peristiwa kandas.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Tabel 2. 1 *Review Penelitian Sebelumnya*

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil
1	(Jamaludin & Samudro, Samudro, UPT BPPT Jakarta, 2019)	Analisa Dan Evaluasi Faktor Yang Mempengaruhi Karakteristik Olah-gerak (Manuver) Kapal	Deskriptif Kualitatif	Pengaruh yang ditimbulkan akibat kondisi trim kapal sangat signifikan terhadap kemampuan manuver kapal. Efek tersebut juga kontradiksi dengan uji tes antara kemampuan gerak lintasan putar(<i>turning circle ability</i>) dan <i>zig-zag ability</i> . Performa maksimal pada <i>turning ability test</i> didapat disaat kapal dalam kondisi <i>trim by head</i> , sedangkan pada saat <i>trim by stern</i> performa maksimal terjadi pada <i>zig-zag test</i> .
2	(Santoso, Margono Adi, Institut Teknologi Sepuluh November, 2017)	Studi Kasus Analisis Pengaruh Trim Terhadap Penghematan Bahan Bakar dan Stabilitas Kapal	Deskriptif Kuantitatif	Nilai hambatan kapal paling minimal adalah disaat kapal dalam kondisi <i>Trim by stern</i> , dibanding 2 jenis trim lainnya. Hambatan kapal berbanding lurus dengan konsumsi bahan bakar, semakin besar hambatan semakin banyak pula konsumsi yang dibutuhkan mesin. Salah satu upaya untuk meningkatkan performa kapal dan mengurangi konsumsi bahan bakar adalah dengan mengoptimalkan trim. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan trim

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil
				yang paling optimal untuk menghemat bahan bakar kapal sambil menjaga stabilitasnya. Untuk menghitung konsumsi bahan bakar kapal, perlu dilakukan perhitungan hambatan kapal menggunakan perangkat lunak <i>Maxsurf Resistance</i> , sedangkan perhitungan stabilitas kapal menggunakan <i>Maxsurf Stability</i> , dengan penghematan sebesar 1,79 ton atau 2,091% dibandingkan dengan kondisi lunas yang rata.

B. Landasan Teori

1. Analisis

Menurut (Sugiyono, 2022) mengungkapkan bahwasannya analisis adalah aktivitas untuk mencari dan melibatkan pengelompokan, pengujian, dan interpretasi untuk memperoleh hasil penelitian yang valid, bagaimana hal tersebut berkaitan secara menyeluruh.

Begitu juga pendapat dari (Prastowo, 2021) menyatakan “Menganalisis merupakan proses memecah-mecah materi jadi bagian-bagian kecil dan menentukan bagaimana hubungan antar bagian dan antar setiap bagian dan struktur keseluruhannya”.

Secara garis besar analisis dapat diartikan proses terstruktur dimana suatu subjek atau permasalahan diselidiki secara sistematis untuk memahami bagaimana berbagai komponen terkait satu sama lain dan untuk mengidentifikasi pola, tren, atau hubungan di antaranya. Sasaran utamanya

adalah untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang situasi atau fenomena tertentu, sehingga dapat diambil keputusan yang lebih baik atau tindakan yang lebih efektif.

2. Dampak

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2010), "dampak" merujuk pada hasil dari benturan atau pengaruh yang dapat menghasilkan efek positif atau negatif. Pengaruh ini timbul dari keberadaan atau interaksi dengan seseorang atau sesuatu yang membentuk karakter, keyakinan, atau perilaku individu. Sebuah dampak akan muncul ketika kita telah melakukan suatu perbuatan atau tindakan. Terdapat dua jenis dampak yang akan timbul yakni dampak positif dan dampak negatif.

a. Dampak Positif

Dampak positif merujuk pada usaha untuk mempengaruhi orang lain dengan cara yang baik, tegas, dan jelas untuk mendukung keinginan yang positif. Positif juga menggambarkan suasana jiwa yang mengutamakan kreativitas, kegembiraan, dan optimisme daripada kesedihan atau pesimisme. Hal ini adalah keadaan jiwa yang dipertahankan melalui usaha sadar untuk tetap fokus pada hal-hal yang baik saat menghadapi situasi yang mungkin negatif. Orang yang berpikiran positif mampu mengenali pemikiran buruk dan segera memperbaikinya. Dengan demikian, dampak positif dapat dipahami sebagai upaya untuk memengaruhi pihak lain agar memberikan dukungan terhadap hal-hal yang bernilai baik.

b. Dampak Negatif

Dalam Kamus besar Bahasa Indonesia (KBBI: 2010), dampak negatif dijelaskan sebagai pengaruh yang kuat dan menghasilkan hasil yang tidak diinginkan. Dampak itu sendiri merujuk pada upaya memengaruhi orang lain dengan maksud agar mereka mengikuti atau mendukung suatu tujuan tertentu. Akibat yang ditimbulkan dari suatu perbuatan merupakan suatu kejadian yang tidak diharapkan. Berdasarkan beberapa penelitian ilmiah, kesimpulannya adalah bahwa dampak negatif cenderung lebih dominan daripada dampak positif. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa dampak negatif mengacu pada upaya memengaruhi orang lain dengan tujuan yang merugikan, yang menghasilkan hasil yang tidak diinginkan.

3. Trim

Menurut *International Maritime Organization* (IMO : 2009), trim adalah perbedaan dalam kedalaman air antara bagian buritan dan haluan kapal. Trim adalah perbedaan antara kedalaman air di bagian depan dan belakang kapal, yang dihasilkan oleh gaya momen yang bekerja sepanjang kapal. Hal ini terjadi karena pergeseran muatan sepanjang kapal, yang menyebabkan perpindahan titik gravitasi sejajar dengan arah pergeseran benda yang mengalami perubahan tersebut. Pendapat tersebut diutarakan oleh (Istopo, 1997).

Pengaturan trim berkontribusi signifikan terhadap pengendalian jarak vertikal antara lunas kapal dan dasar perairan, sehingga risiko kandas dapat diminimalkan. Besaran trim tersebut berkaitan dengan nilai tonnes per

centimeter (TPC) yang dimiliki setiap kapal. TPC merepresentasikan jumlah bobot yang harus ditambahkan atau dikurangi agar draft rata-rata berubah sebesar 1 cm, yakni massa (dalam ton) yang memengaruhi kedalaman apung kapal di air laut sebesar satu sentimeter.

Sejumlah pandangan ahli mengarah pada kesimpulan bahwa tonnes per centimeter merupakan besaran berat yang diperlukan untuk mengubah draft kapal sebesar satu sentimeter. Nilai TPC ditentukan oleh karakteristik bentuk badan kapal; semakin besar dimensi panjang dan lebar, umumnya nilai TPC juga meningkat. Kondisi ini dipengaruhi oleh luas permukaan badan kapal yang terendam, yang tidak bersifat konstan pada setiap perubahan draft. Penentuan kondisi trim dapat dilakukan melalui draft survey, yaitu dengan mengukur draft depan, tengah, dan belakang kapal untuk mengidentifikasi jenis trim yang terjadi.

Trim kapal memiliki perbedaan dalam kedalaman air, secara resmi IMO mengatur persyaratan trim dalam bagian B7 dari SOLAS yang berfokus pada keseimbangan kapal. Fungsi trim pada draft kapal sangat penting karena memengaruhi stabilitas, kecepatan dan kinerja kapal secara keseluruhan. Untuk itu ada batasan trim yang telah disyaratkan yakni batas trim.

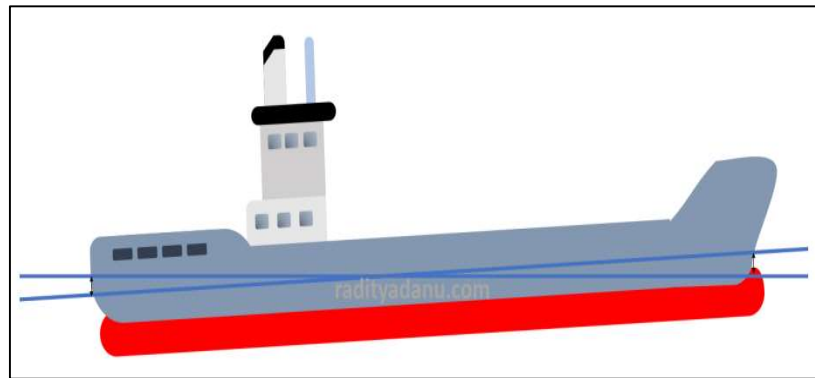
Besarnya trim pada kapal terpenuhi apabila selisih antara *Longitudinal Center of Bouyancy* (LCB) dan *Longitudinal Center of Grafity* (LCG) nilainya tidak lebih dari 1 % *Longitudinal Between Perpendicular* (LBP) dari kapal tersebut (Andrianto, 2013). Pengaturan trim tersebut juga harus memperhatikan prinsip keselamatan yang mengacu pada regulasi

IMO, meliputi aspek stabilitas kapal, kemampuan manuver, visibilitas dari anjungan, serta kecukupan *under keel clearance* (UKC) guna mencegah risiko kandas. Selain itu, trim yang tepat diperlukan untuk memastikan propeller tetap berada pada tingkat perendaman yang optimal.

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat tiga jenis trim kapal yang mampu berpengaruh terhadap kemampuan manuver yakni *trim by head*, *trim by stern* dan *even keel*. Hal ini terjadi karena trim kapal berkaitan erat dengan stabilitas dan olah gerak kapal yang merupakan satu kesatuan untuk bisa melayarkan kapal dengan aman sesuai prinsip tujuan pelayaran. Karakteristik setiap jenis trim juga berbeda-beda. Berikut jenis-jenis trim:

a. Jenis-jenis Trim

1) *Trim By Stern*



Gambar 2. 1 Kapal dalam kondisi *trim by stern*

Sumber: https://lmsspada.kemdikbud.go.id/pluginfile.php/643425/mod_resource/content/0/09.%20TRIM%201%20-%20Lecture%20Notes.pdf (Diakses pada tanggal 01 April 2024)

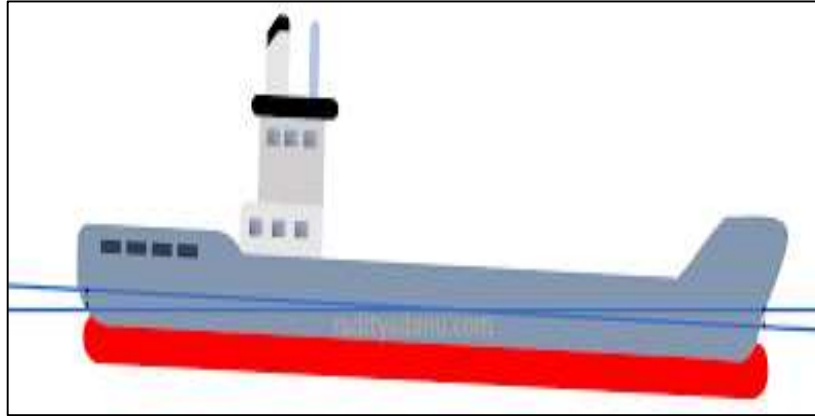
Pada Gambar 2.1 merupakan ilustrasi kapal dalam kondisi *trim by stern*. *Trim by stern* atau trim buritan adalah kondisi dimana muatan utama terfokus di bagian belakang kapal, mengakibatkan

draft belakang kapal lebih dalam daripada bagian depannya. Dalam konteks pelayaran, *trim by stern* dapat terjadi saat kapal membawa muatan berat di bagian buritan, seperti bahan industri yang berat. Dalam situasi ini, penyesuaian kapal diperlukan untuk menghindari gangguan pada *propeller* dan meminimalkan risiko kerusakan.

Dalam proses pelayaran, *trim by stern* dapat diatasi dengan mengurangi beban di bagian buritan kapal. Hal ini penting karena *trim by stern* dapat berdampak signifikan pada stabilitas kapal selama pelayaran. Kapal yang mengalami *trim by stern* yang ekstrem harus disesuaikan untuk menghindari gangguan pada propeler dan meminimalkan risiko kerusakan. Karena semakin dalam (ekstrem) *propeller* terbenam di dalam air maka kinerja dari *main engine* dan baling-baling kapal juga semakin berat untuk bisa menciptakan gaya dorongan terhadap kapal. Tentu hal ini berpengaruh terhadap manuver kapal yang di mana terdapat beberapa kriteria yang perlu diperhatikan dari pada kemampuan manuver kapal yang dimana telah diatur oleh *International Maritime Organization (IMO)* yakni *Standar of ship manuevarability*.

2) *Trim By Head*

Trim by head atau trim depan adalah kondisi dimana bagian depan kapal lebih dalam dibandingkan dengan bagian belakangnya. Dalam konteks pelayaran, *trim by head* terjadi ketika kapal membawa muatan berat di bagian depan, sehingga *draft* depannya lebih dalam dari *draft* belakangnya.



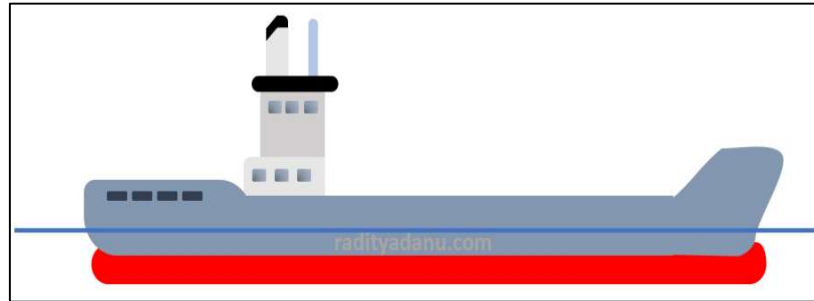
Gambar 2. 2 Kapal dalam kondisi *trim by head*

Sumber: <https://search.app.goo.gl/CWM6Erf> (Diakses pada tanggal 01 April 2024)

Pada Gambar 2.2 merupakan ilustrasi kapal dalam kondisi *trim by head*. Dalam proses pelayaran, *trim by head* dapat diatasi dengan mengurangi beban di bagian depan kapal. Penting untuk memperhatikan *trim by head* karena hal ini memiliki pengaruh signifikan terhadap stabilitas kapal selama pelayaran. Kapal yang mengalami *trim by head* harus disesuaikan untuk menghindari gangguan pada *proppeler* dan mengurangi risiko kerusakan.

Dalam beberapa sumber, *trim by head* juga dikenal sebagai trim depan, yang menunjukkan bahwa beban utama terpusat di bagian depan kapal, sehingga *draft* depannya lebih dalam daripada *draft* belakangnya. Pada kondisi ini diasumsikan bahwa manuver kapal bisa terhambat karena semakin besar bagian haluan yang terbenam bisa menghambat efisiensi laju kapal karena hambatan oleh air, dan juga berpengaruh terhadap operasional baling-baling kapal.

3) *Even Keel*



Gambar 2. 3 Kapal dalam kondisi *even keel*

Sumber: https://msspada.kemdikbud.go.id/pluginfile.php/643425/mod_resource/content/0/09.%20TRIM%201%20%20Lecture%20Notes.pdf (Diakses pada tanggal 02 April 2024)

Pada Gambar 2.3 merupakan ilustrasi kapal saat mengalami kondisi *even keel*. *Even keel* adalah kondisi dimana kapal disaat *draft* bagian depan dan belakang memiliki kedalaman yang sama. Artinya $\text{trim} = 0$ tidak ada selisih kedalaman antara draf depan dan belakang.

Dari ketiga jenis trim diatas diasumsikan bahwa kondisi dilihat dari segi kecepatan kapal maka *trim by stern* lebih baik daripada *trim by head*, dengan alasan:

- a) Pada *trim by stern*, posisi kapal lebih luwes dalam mengikuti gerakan ombak sehingga manuver dan pengaturan kecepatan menjadi lebih optimal.
- b) Pada kondisi *trim by head* yang kecil, pengaruhnya terhadap kinerja kapal relatif tidak signifikan. Namun, jika nilainya terlalu besar, kecepatan kapal akan menurun. Selain itu, pada kondisi muatan penuh dan cuaca buruk, kapal berpotensi kemasukan air akibat *green seas* (hempasan ombak). Perubahan tersebut mengakibatkan pergeseran distribusi beban kapal, terutama

sepanjang arah longitudinal dari haluan hingga buritan, yang dapat memunculkan dua kondisi struktural, yaitu hogging dan sagging. Hogging terjadi ketika beban lebih banyak terkonsentrasi pada kedua ujung kapal, yakni haluan dan buritan, sedangkan sagging muncul apabila akumulasi beban berada di bagian tengah kapal. Kedua kondisi tersebut apabila tidak segera diatasi, dapat memengaruhi keamanan kapal dari segi konstruksi. Distribusi beban yang tidak merata berpotensi menyebabkan kerusakan struktur, seperti retak (*crack*) atau bahkan patahnya badan kapal. Selain itu, pengaturan kondisi trim yang tidak tepat dapat memperparah tegangan pada konstruksi kapal.

Selain itu, aspek lain yang turut menentukan tingkat keselamatan adalah penentuan nilai Under Keel Clearance (UKC), yang berkaitan dengan pengaturan jarak vertikal antara dasar lunas dan dasar perairan sebagai langkah pencegahan terhadap risiko kandas atau grounding kapal. Dimana hal tersebut dipengaruhi oleh nilai *tonnes per centimeters* (TPC). Berdasarkan pendapat (Capt. Soegiyanto, 2008: 9) adalah nilai suatu bobot yang harus dimuat atau dibongkar, agar draft rata-rata kapal berubah sebesar 1 cm. Sedangkan menurut pendapat (Istopo, Stabilitas, 1997) adalah nilai berat (ton) yang dimuatkan atau dibongkar dari kapal yang akan mengubah draft rata-rata kapal yang terapung di air laut sebesar 1 sentimeter. Dari beberapa pendapat diatas didapatkan bahwasannya

TPC adalah usaha mengubah *draft* kapal sebesar 1 cm baik itu *loading cargo* atau *discharging cargo*.

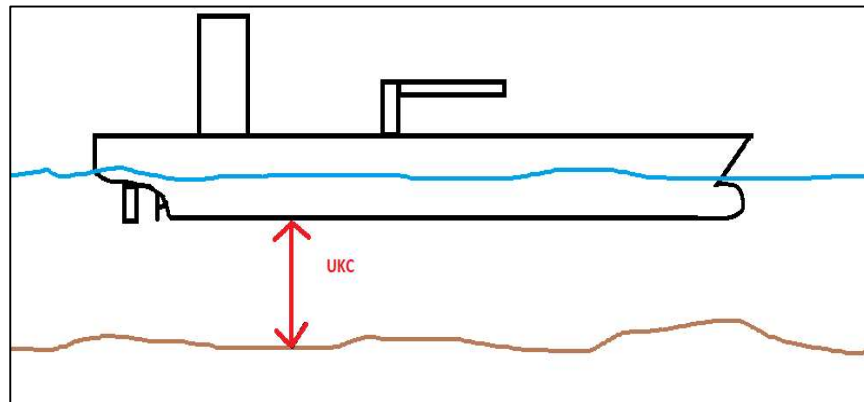
Tonnes per centimeters dipengaruhi oleh bentuk badan kapal, semakin lebar dan panjang kapal maka TPC itu akan semakin besar (Capt. Soegiyanto, 2008: 10). Pembacaan trim dapat dilakukan dengan metode *draft survey*. Dari segi keamanan trim berhubungan dengan stabilitas kapal didasari hukum archimedes. Dalam ilmu stabilitas karena suatu benda (kapal) memiliki bentuk memiliki *block coeffieience* dari *coeffieience of displacement*, *midship coeffieience*, dan *prismatik coeffieience*. Dari segi faktor eksternal yaitu perubahan jenis *fluida* dan *squat effect*. Adapun rumus yang bisa dipakai untuk menghitung perubahan *draft* dengan asumsi rumus FWA (*Fresh Water Allownce*). FWA adalah perubahan sejumlah milimeter dari perubahan *draft* rata-rata bila kapal berlayar dari daerah air laut ke air tawar ataupun sebaliknya (Istopo, 1972).

Sesuai dengan hukum Archimedes, berat benda yang tercelup di dalam air setara dengan berat air yang dipindahkan oleh volume benda tersebut. Selain Fresh Water Allowance (FWA), perubahan *draft* kapal juga dipengaruhi oleh *squat effect*. Fenomena ini muncul ketika kapal bergerak di perairan dangkal dan sempit, di mana kecepatan kapal menghasilkan gelombang tinggi di bagian haluan dan buritan, sementara pada bagian tengah terbentuk gelombang yang relatif lebih rendah. Apabila lebar alur pelayaran semakin terbatas, perbedaan tinggi gelombang antara haluan dan buritan akan

semakin besar. Kondisi ini dipengaruhi oleh nilai CB (Coefisien Block) serta v sebagai kecepatan rata-rata kapal, dengan catatan bahwa CB juga berkaitan dengan dimensi lebar kapal dan karakteristik perairan sempit. Berdasarkan uraian tersebut, perubahan draft kapal dapat dipicu oleh faktor eksternal yang perlu diperhitungkan dalam pengaturan trim. Penyesuaian ini penting untuk memastikan nilai under keel clearance tetap memadai, sehingga kapal dapat berlayar dengan aman saat memasuki alur pelayaran sempit dan terhindar dari risiko kandas.

b. *Under Keel Clearance* (UKC)

Under Keel Clearance (UKC) adalah batas jarak minimal atau aman antara lunas kapal sampai dengan dasar laut atau benda yang berada di dalam lautan agar tidak terjadi kontak dengan badan kapal. Hal ini bisa diukur dengan *echo sounder* (kedalaman) ataupun dari informasi dari peta yang kita dapat mengenai kedalaman perairan yang dilalui alur pelayaran kapal.



Gambar 2. 4 *Under Keel Clearance*

Sumber : <https://search.app.goo.gl/QDjMTRLR> (Diakses pada tanggal 01 April 2024)

Pada Gambar 2.4 dapat dilihat ilustrasi area *Under Keel Clearance* (UKC). Besaran *under keel clearance* di pelabuhan ditentukan oleh administrasi maritim, otoritas pelabuhan, atau nakhoda kapal. Terdapat beberapa komponen yang menentukan nilai *under keel clearance* (UKC). Jarak bebas lunas minimum yang direkomendasikan sebuah kapal seperti yang disyaratkan saat ini di Polandia tidak boleh kurang dari 0,05 rancangan kapal, tergantung pada jenis area atau jalur pelayaran. Namun, angka relevan yang dibutuhkan di seluruh dunia lebih rendah. Saat ini, izin lunas minimum di Pelabuhan Świnoujście sebagai salah satu pelabuhan terbesar di Polandia telah ditetapkan sekitar 0,1 dari *draft* kapal, yang memungkinkan untuk menerima kapal yang ditarik tidak lebih dari 12,8m.

Nilai trim juga berhubungan dengan nilai *UKC* yang telah ditentukan oleh otoritas pelabuhan untuk mengatur jarak tegak yang diukur dari dasar lunas ke dasar perairan, sebagai cara untuk menghindarkan kapal mengalami kandas atau *grounding*. Semakin besar nilai *UKC* maka semakin aman manuver yang dilaksanakan oleh kapal, sebaliknya semakin rendah nilai *UKC* maka risiko kapal kandas atau *grounding* juga semakin besar. Namun ada kekurangan dan kelebihan dalam menentukan nilai *UKC* yakni saat menentukan nilai *UKC* yang besar maka jumlah muatan yang dimuat tidak bisa maksimal karena pengaruh terhadap nilai *draft* kapal, hal ini tentu bisa mempengaruhi aspek ekonomis dari pihak perusahaan kapal dan pemilik muatan. Namun *loading cargo* bisa dimaksimalkan dengan memperhatikan nilai

UKC dengan alur pelayaran yang akan dilalui agar risiko kapal kandas tidak terjadi. Analisa mengenai nilai *UKC* bisa dengan metode *draft survey* lalu dibandingkan dengan kedalaman perairan. Cara menentukan nilai *UKC* sendiri adalah dengan menghitung kedalaman perairan lalu dikurangkan dengan draf maksimal kapal dan didapat besaran nilai *Under Keel Clearance (UKC)*.

4. Kapal

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan nomor PM 59 tahun 2021, Bab 1 Pasal 1 Nomor 28, Kapal adalah kendaraan air yang diatur dengan semua jenis kapal yang menggunakan tenaga mekanik, tenaga angin, atau tenaga tunda, termasuk kendaraan dengan kemampuan dinamis, kendaraan bawah air, dan struktur apung yang tidak berpindah-pindah. Sementara menurut (Triadmodjo, 2010), kapal didefinisikan oleh dimensi fisiknya, seperti panjang, lebar, dan *draft*, yang menjadi pertimbangan dalam perencanaan dan fasilitas pelabuhan.

Menurut ketentuan dalam Pasal 1 butir 36 dari Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008, kapal didefinisikan sebagai kendaraan air dengan ciri-ciri khusus tertentu, yang dijalankan menggunakan tenaga angin, mekanik, energi lainnya, tarikan, atau tundaan. Ini mencakup kendaraan dengan kemampuan dukungan dinamis, kendaraan bawah air, serta alat apung dan struktur terapung yang tetap. Terdapat berbagai jenis kapal niaga yang berlayar di lautan diantaranya:

a. Kapal *Bulk Carrier*



Gambar 2. 5 Kapal *Bulkcarrier* MV HL VISION

Sumber : <https://search.app.goo.gl/T2FRHzs> (Diakses pada tanggal 02 April 2024)

Kapal *Bulk Carrier* yakni jenis kapal yang dipergunakan dengan memanfaatkan isi tempat kargo muatan di lambung kapal yang disebut palka. Kapal MV HL VISION sendiri memiliki tempat muatan yang besar yakni 9 palka dengan DWT 179.845 tonnage. Konstruksi kapal ini menitikberatkan pada kulit satu sisi di area kargo panjang. *Bulk carrier* digunakan untuk mengangkut muatan seperti biji-bijian dan batu bara yang dapat mencemari lingkungan jika terjadi tumpahan muatan ke laut. Oleh karena itu, konstruksi dan desain *bulk carrier* berbeda dari kapal ikan, tanker, dan jenis kapal lainnya. Kecenderungan dari *bulk carrier* adalah:

- 1) Ukuran yang besar, khususnya untuk pelayaran antar negara.
- 2) Kapal terdiri dari palka disepanjang lambung dan *maindeck*.
- 3) Nilai *dead weight tonnage* yang sangat besar.

b. Kapal *Tanker*



Gambar 2. 6 Kapal tanker MT. PERTAMINA PRIDE

Sumber : <https://search.app.goo.gl/khmyAg8> (Diakses pada tanggal 02 April 2024)

Pada Gambar 2.6 ditunjukkan kapal *tanker* milik PT Pertamina International Shipping, yaitu Pertamina Pride. Kapal *tanker* merupakan jenis kapal yang didesain khusus untuk mengangkut muatan berbentuk cair di dalam tangki-tangki muatannya. Fungsi utama dari kapal *tanker* adalah untuk membawa muatan melintasi laut atau perairan, seperti minyak mentah dari pelabuhan muat atau fasilitas produksi ke pelabuhan bongkar atau lokasi pengolahan. Pada umumnya, kapal tanker yang mengangkut minyak produk memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan kapal *tanker* yang mengangkut minyak mentah, namun biasanya sistem jaringan pipa pada kapal *tanker* tersebut lebih kompleks. Dengan demikian, peran kapal *tanker* sangat penting dalam distribusi minyak dan produk-produk cair lainnya di seluruh dunia.

Didefinisikan juga oleh Sony dalam bukunya "*Tanker Ship*" (2011) bahwa kapal *tanker* adalah sarana transportasi yang dirancang

secara khusus untuk membawa muatan minyak. Kapal *tanker* tidak hanya mengangkut minyak dari lokasi pengeboran ke daratan, tetapi juga digunakan untuk perdagangan minyak antar pelabuhan atau negara. Kapal tanker memiliki ciri khas yang membedakannya secara signifikan dari kapal lainnya.

c. Kapal *LNG* dan *LPG*



Gambar 2. 7 Kapal LNG (*Liquid natural gas*)

Sumber : <https://search.app.goo.gl/2S91b2N> (Diakses pada tanggal 02 April 2024)

Pada Gambar 2.7 ditunjukkan kapal *LNG* sebagai jenis kapal yang digunakan untuk mengangkut gas alam cair (*Liquefied Natural Gas*). Klasifikasi kapal pengangkut gas umumnya didasarkan pada jenis muatan gas yang dibawa, seperti *Liquid Natural Gas* (*LNG*) dan *Liquid Petroleum Gas* (*LPG*). Dalam hal ini, *Liquid Natural Gas Carrier* (*LNGC*) merupakan kapal yang dimanfaatkan dalam industri minyak dan gas lepas pantai untuk mengangkut gas alam yang telah melalui proses pencairan (*liquefied*). Kapal *LNG* dirancang untuk menerima hidrokarbon dari fasilitas seperti platform atau subsea template, kemudian menyimpannya dalam bentuk *LNG* hingga selanjutnya dapat disalurkan ke kilang minyak melalui sistem perpipaan distribusi.

Pengoperasiannya mencakup pemindahan LNG dari platform menuju kilang minyak maupun antar kilang. Dibandingkan dengan jenis kapal lainnya, LNGC memiliki standar keselamatan yang sangat tinggi karena karakteristik muatan yang diangkut memiliki tingkat bahaya yang signifikan.

LNG merupakan gas alam yang telah melalui proses pemurnian sehingga sebagian besar kandungan pengotor, seperti belerang dan karbon dioksida, berhasil dihilangkan. Selanjutnya, gas tersebut didinginkan hingga mencapai atau mendekati titik didihnya, yakni sekitar $-165\text{ }^{\circ}\text{C}$, pada tekanan yang mendekati kondisi atmosfer, sehingga berubah menjadi fase cair seperti metana cair. Metana sendiri memiliki titik kritis pada suhu $-82,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan tekanan sekitar $45,6\text{ kg/cm}^2$; pada kondisi tersebut, proses pencairan tidak dapat dilanjutkan, sehingga untuk mempertahankan fase cair, metana harus berada pada tekanan yang sangat rendah pada suhu tersebut.

d. Kapal *Container*



Gambar 2. 8 Kapal MV EVER ACE

Sumber : <https://search.app.goo.gl/t156THp> (Diakses pada tanggal 02 April 2024)

Pada Gambar 2.8 ditunjukkan Kapal MV EVER ACE yang merupakan salah satu contoh kapal *container*. Kapal *container* adalah kapal yang dirancang khusus untuk mengangkut barang atau muatan dalam bentuk atau ukuran peti kemas. Peti kemas atau kontainer merupakan kemasan yang secara khusus dibuat dengan ukuran tertentu untuk digunakan secara berulang dalam penyimpanan dan pengangkutan muatan dengan aman, sehingga mencegah kerusakan. Pada awalnya, peti kemas utamanya digunakan untuk barang-barang elektronik, kamera, dan peralatan laboratorium yang kecil namun memiliki nilai tinggi. Saat ini hampir semua jenis komoditas dimuat dalam peti kemas, termasuk minyak dalam tanki kontainer, minuman dalam kaleng, tekstil, pakaian jadi, keramik, teh, kopi, tembakau, dan lainnya.

Terdapat beragam jenis peti kemas yang digunakan dalam pelayaran, seperti *container* tujuan umum, *container open top*, *container tank*, *container flat rack*, kontainer sisi terbuka, dan lain-lain. Setiap jenis memiliki fungsi dan penanganan yang berbeda, baik saat berada di kapal maupun saat muatan dimuat atau dibongkar di pelabuhan.

5. Manuver

(Hensen, 2011): Manuver kapal adalah kemampuan kapal untuk melaksanakan olah gerak kapal terutama pada saat menunda atau mendorong kapal lainnya baik di alur lepas pantai ataupun sungai dan terusan.”

Kemampuan manuver kapal merupakan hal vital yang perlu diperhatikan oleh perwira jaga karena manuver sendiri memiliki relevansi dengan tingkat kestabilan kapal. Bahkan hal ini telah ditentukan oleh *Internasional Maritime Organization* (IMO) yang disebut “*Standart of ship maneuverability*” karena hal ini juga mempengaruhi tingkat keselamatan kapal. Banyak kasus kecelakaan kapal yang diakibatkan oleh buruknya kemampuan manuver kapal yang tidak bisa menghindar dari bahaya navigasi laut.

Manuver kapal sendiri dipengaruhi beberapa faktor, faktor eksternal (faktor lingkungan) seperti angin, arus laut, kedalaman alur, dan kepadatan lalu lintas. Faktor internal (dari kapal itu sendiri) dimulai dari kondisi muatan, lalu dari faktor permesinan utamanya baling-baling kapal dan kemudi. Kemudi memiliki tingkat kepentingan dalam menentukan manuver kapal selama berlayar. Kapal yang sedang berlayar harus memiliki performa terbaik, bisa merespon secara efektif dan efisien untuk berbagai macam tantangan navigasi di alur pelayaran, termasuk disaat menghindari kontak dengan kapal lain, saat berolah gerak di pelabuhan, dll. Karakteristik manuver kapal terdapat berbagai jenis diantaranya:

- a. *Turning circle test* dimana pada tes ini adalah guna menentukan kemampuan manuver kapal dalam gerak lintasan berputar.
- b. *Pull-out test* adalah dimana pada tes ini guna mengetahui kemampuan kestabilan dalam hal pergerakan arah kapal disaat terjadi perubahan haluan secara cepat.

- c. *Zig-zag test* adalah tes yang digunakan untuk mengetahui kemampuan kesigapan gerak kapal dalam melakukan perubahan haluan.
- d. *Reserved spiral test* adalah tes guna menentukan dan mendapatkan informasi detail tentang kestabilan dinamis arah (lintasan) kapal.

Uji hasil tes kemampuan manuver kapal berdasarkan jurnal dari Andi Jamaluddin dkk (2011) dengan judul penelitian Analisa dan evaluasi faktor yang mempengaruhi kemampuan manuver kapal:

Tabel 2. 2 Uji coba *turning circle*

No	Initial speed (knots)	Draft Ap/Fp (meters)	Rudder Angle	
			Portside	Starboard
1	15.4	10.30/10.30	35;25;15	15;25;35
2	15.4	11.20/9.40	35;...;15	15;...;35
3	7.0	10.30/10.30	35;...;...	15;...;35
4	7.0	9.85/10.73	35;...;...	15;...;...

Sumber: [https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1638103&val=14013&tit=\(2011\)](https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1638103&val=14013&tit=(2011)) (Diakses pada tanggal 04 April 2024)

Berdasarkan data pada tabel 2.2 mengenai uji turning circle test, diperoleh pemahaman bahwa pengaturan putaran propeller dilakukan secara terkontrol untuk menghasilkan gaya dorong sekaligus mencapai kecepatan tertentu. Kapal kemudian mengalami percepatan hingga mencapai kecepatan yang ditargetkan, dan ketika kecepatan tersebut telah tercapai, nilai akselerasi menjadi nol sehingga proses pengamatan dan pengukuran dapat dilakukan. Setelah beberapa menit, kemudi dibelokkan pada sudut yang telah ditentukan, yang menyebabkan kapal mulai memasuki gerakan

berputar. Selama proses tersebut berlangsung, putaran baling-baling dan sudut kemudi dipertahankan dalam kondisi konstan.

Tabel 2. 3 *Zig-zag test*

No	<i>Initial speed (knots)</i>	<i>Draft fp/ap (meters)</i>	<i>Rasio of rudder angle&course check angle (degrees/degrees)</i>
1	15.40	10.30/10.30	20/20 : 10/10
2	15.40	9.85	20/20 : 10/10
3	15.40	11.20/9.40	20/20 : .../...
4	7.00	10.30/10.30	20/20 : 10/10
5	7.00	9.85	.../... : 10/10
6	7.00	11.20/9.40	.../... : 10/10

Sumber: [https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1638103&val=14013&tit=\(2011\)](https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1638103&val=14013&tit=(2011)) (Diakses pada tanggal 04 April 2024)

Berdasarkan Tabel 2.3 dapat dilihat pada pengujian tes zig-zag dimulai diawali dengan menggerakkan baling-baling kapal dan menimbulkan laju kapal. Setelah mendapat kecepatan berada pada set konstan di kemudi nol derajat, kemudian dimulai dengan menggerakkan sudut kemudi dengan nilai 10/10,20/20 atau sudut yang disesuaikan sampai kapal berbelok pada pada haluan yang ditargetkan kemudian haluan dibalas kearah berlawanan dengan sudut kemudi yang sama. Terus diulang sampai mendapat lintasan zig-zag yang akan diuji dan mendapat kurva lalu dianalisis. Nilai *overshoot angle* Pada saat *zig-zag test* pada kondisi kapal *trim by stern* lebih kecil daripada kapal dalam kondisi *even keel*. Hal diatas diindikasikan manuver zig-zag kapal sangat optimal dalam kondisi kapal *trim by stern*.

Tabel 2. 4 Turning circle diameters

<i>Turning Circle Diameters</i>						
<i>Draft Ap/Fp (meters)</i>	<i>Rudder Angle (degrees)</i>					
	<i>Portside (ps)</i>			<i>Starboard (sb)</i>		
	<i>35 deg</i>	<i>25 deg</i>	<i>15 deg</i>	<i>15 deg</i>	<i>25 deg</i>	<i>35 deg</i>
<i>Ship's speed : 15.4 knots</i>						
<i>Even keel: 10.30/10.30</i>	1.74	2.35	3.75	2.39	2.21	1.63
<i>Trim by stern: 11.20/9.40</i>	1.83	....	3.98	3.59	...	1.74
<i>Ship's speed : 7.0 knots</i>						
<i>Even keel: 10.30/10.30</i>	1.89	...	....	3.31	...	1.69
<i>Trim by head: 9.89/10.75</i>	1.77	...	...	3.04	...	1.48

Sumber: [https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1638103&val=14013&tit=\(2011\)](https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1638103&val=14013&tit=(2011)) (Diakses pada tanggal 04 April 2024)

Berdasarkan tabel 2.4 *turning circle* didapatkan hasil bahwasannya kemampuan manuver kapal dipengaruhi beberapa faktor:

- a. Kondisi disaat trim 0 atau *even keel*

Data hasil pengujian pada tabel memperlihatkan adanya hubungan berbanding terbalik antara sudut kemudi (haluan) dan lintasan putar (*turning diameter*) kapal. Peningkatan sudut kemudi menyebabkan diameter putar yang dihasilkan menjadi lebih kecil. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada penyusutan ukuran *turning circle*, tetapi juga berkontribusi terhadap berkurangnya lintasan kapal saat bergerak di dalam alur pelayaran.

b. Perubahan kecepatan

Terdapat hubungan berlawanan antara kecepatan kapal dan diameter turning circle, di mana penurunan kecepatan cenderung menghasilkan lintasan putar yang lebih besar. Sebaliknya, peningkatan kecepatan kapal menyebabkan diameter turning circle menjadi lebih kecil.

c. Perubahan kondisi trim

Perubahan kondisi trim kapal mampu mempengaruhi *turning circle* secara signifikan dengan perbedaan kondisi trim kapal. Tabel pengujian menunjukkan bahwa *trim by head* menciptakan diameter *turning circle* yang lebih kecil daripada trim 0 atau kondisi *even keel*. Sedangkan pada kondisi *trim by stern* menciptakan diameter *turning circle* yang lebih besar daripada trim 0 atau kondisi *even keel*. Bisa disimpulkan bahwa pada saat kapal dalam kondisi *trim by head* menghasilkan diameter yang lebih kecil dibanding 2 jenis trim lainnya.

Dari seluruh hasil uji coba di atas secara garis besar kondisi draf atau trim memiliki pengaruh besar terhadap kemampuan manuver kapal, Di mana pengaruh kondisi trim kapal memiliki kontradiksi antara kemampuan manuver pada uji lintasan zig-zag dan uji *turning circle*. Performa pada lintasan zig-zag sangat optimal disaat kapal kondisi *trim by stern*.

6. Keamanan

Merujuk pada KBBI keamanan diartikan sebagai kondisi bebas dari bahaya, bebas dari gangguan, atau tenang tanpa rasa takut dan khawatir. Secara keseluruhan, keamanan adalah kondisi yang bebas dari risiko atau ancaman. Istilah ini dapat diterapkan pada berbagai situasi, seperti kejahatan, kecelakaan, dan juga dalam dunia pelayaran. Topik keamanan mencakup berbagai aspek, termasuk keamanan kapal dari potensi serangan perampok, risiko tabrakan, tantangan navigasi, dan ancaman lain yang mungkin mengganggu operasional kapal.

Prioritas utama yang tidak bisa diabaikan di dalam konteks ini adalah keamanan, yang erat kaitannya dengan nasib kolektif individu dan kebebasan dari ancaman, mencakup sejumlah aspek yang luas yang berkaitan dengan kelangsungan hidup. Keamanan sendiri dipengaruhi oleh lima sektor utama: militer, politik, sosial, ekonomi, dan lingkungan (Buzan, 2010).

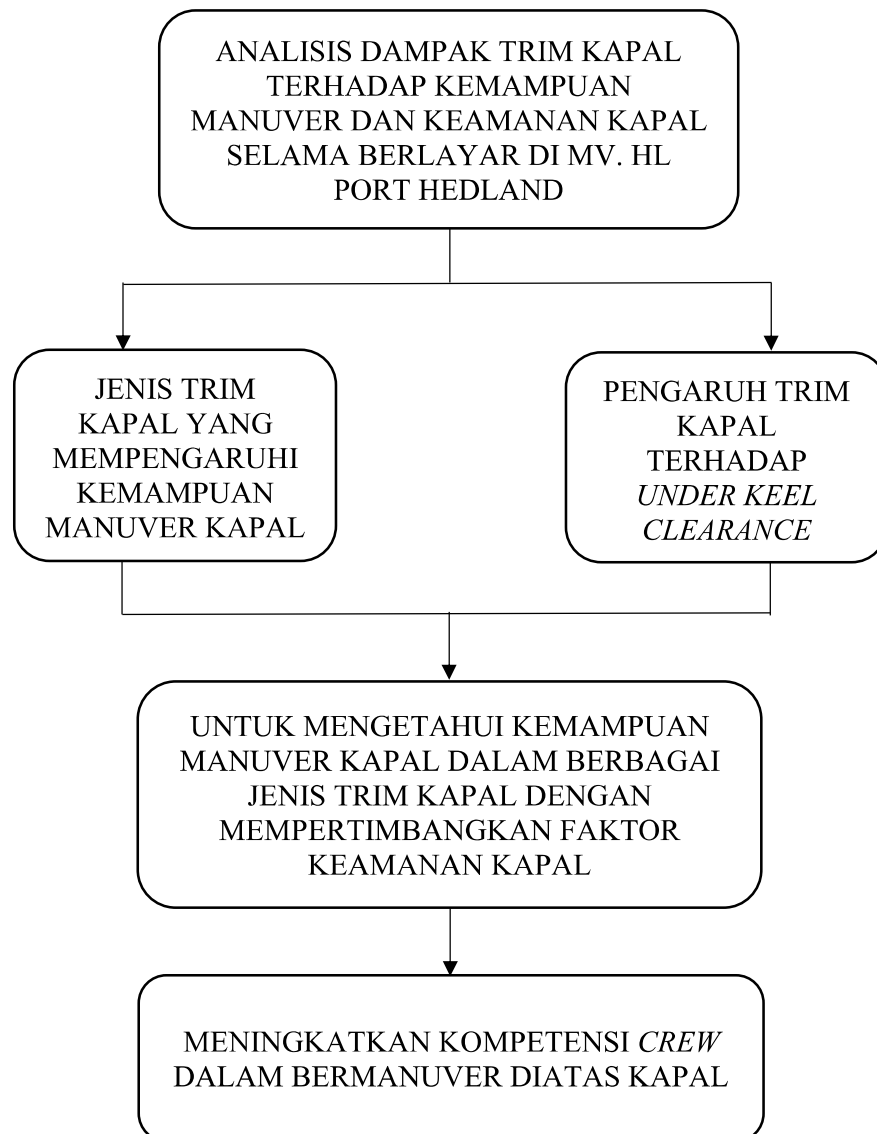
Keamanan menjadi prinsip utama disaat di atas kapal, baik keamanan bagi muatan, bagi *crew* dan bagi kapal itu sendiri. Karena tujuan pelayaran ialah mampu mengantarkan muatan atau barang dengan selamat dari pelabuhan tolak hingga pelabuhan tiba dengan memperhatikan keselamatan bagi *crew* dan kapal. Hal tersebut bisa dicapai dengan terus memperhatikan navigasi kapal selama berlayar. Manuver menjadi kunci utama agar kapal berlayar dengan aman dan tepat tujuan.

7. Berlayar

Berlayar didefinisikan sebagai kapal yang sedang melaksanakan

kegiatan melayarkan kapal di alur pelayaran. Kapal tersebut sedang bergerak dari pelabuhan tolak menuju pelabuhan tiba dengan membawa jasa barang/muatan yang dititipkan di kapal tersebut. Artinya kapal ini juga sedang bernavigasi dan bermanuver dengan membawa beban di atas air. Tujuan berlayar selain untuk mengantarkan barang ialah juga untuk menjaga mobilitas ekonomi perdagangan dunia tetap terjaga dan stabil.

C. Kerangka Penelitian



Gambar 2. 9 Kerangka Pikiran

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini mengadopsi metode deskriptif kualitatif. Pendekatan deskriptif bertujuan untuk mendapatkan gambaran yang objektif tentang suatu keadaan, sedangkan pendekatan kualitatif menghasilkan data berupa kata-kata tertulis atau lisan dari subjek yang dapat diamati. Bertujuan untuk mendapatkan informasi baru dan membuat penemuan-penemuan, baik karena belum ada penelitian sebelumnya mengenai topik yang sama, maupun untuk menguji validitas sumber data yang digunakan dan memastikan bahwa kebenarannya dapat dijelaskan secara logis. Selain itu, tujuan lainnya adalah untuk melakukan kajian dengan landasan teori yang relevan.

B. Waktu Penelitian

Penulis telah mengatur waktu dan lokasi penelitian ini dengan teliti, memanfaatkan sumber informasi dari karya tulis ilmiah di perpustakaan Politeknik Pelayaran Surabaya, menelusuri jurnal-jurnal yang tersedia di internet, dan menyertakan informasi dari berita serta kejadian yang terjadi di atas kapal. Selanjutnya, penulis berencana untuk memperdalam penelitian ini ketika saya melakukan praktek layar pada tahun 2024-2025.

Selama perjalanan PRALA di atas kapal yang berlangsung selama sekitar 12 bulan, penelitian akan dilaksanakan dengan tingkat intensitas yang tinggi. Tujuan utamanya adalah untuk merancang dan melaksanakan proyek yang komprehensif sambil mengumpulkan semua data penelitian yang diperlukan.

Ketika mencapai tahap akhir, peneliti akan mampu mengevaluasi temuan dan membuat simpulan mengenai berbagai masalah yang telah diidentifikasi dalam karya ilmiah terapan tersebut.

C. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data

1. Sumber Data

Sumber data merupakan informasi yang diperoleh secara langsung dari sumber asli melalui prosedur seperti wawancara, observasi, dan dokumentasi. Wawancara dilakukan dengan pihak yang memiliki pengetahuan mendalam tentang masalah yang sedang diselidiki dalam hal ini adalah *officer* diatas kapal. Data yang didapatkan dari melakukan pemeriksaan laporan tentang penerapan manajemen keselamatan kerja di atas kapal dan dari buku dan jurnal-jurnal terkait.

a. Data Primer

Menurut Sugiyono (2019), data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Data ini diperoleh secara langsung dari responden atau objek penelitian melalui teknik seperti wawancara, observasi, dan kuesioner.. Sejalan dengan itu, Creswell (2019) dan Sekaran & Bougie (2020) menyatakan bahwa data primer merupakan data yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti dari partisipan untuk tujuan spesifik penelitian, sehingga bersifat asli dan relevan dengan permasalahan yang diteliti.

b. Data Sekunder

Menurut Sugiyono (2019), data sekunder adalah sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, melainkan

melalui perantara seperti dokumen, laporan, atau arsip. Data sekunder biasanya digunakan sebagai data pendukung dalam penelitian karena telah tersedia dan dikumpulkan oleh pihak lain sebelumnya. Sumber data sekunder merupakan sumber data pelengkap yang berfungsi melengkapi data yang diperlukan data primer.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), data sekunder diartikan sebagai data yang diperoleh peneliti tidak secara langsung dari objek yang diteliti, melainkan melalui sumber lain, baik dalam bentuk lisan maupun tertulis. Pengertian lain menyatakan bahwa data sekunder merupakan kumpulan informasi yang telah tersedia sebelumnya dan sengaja dimanfaatkan oleh peneliti untuk melengkapi kebutuhan data penelitian. Umumnya, data ini disajikan dalam bentuk diagram, grafik, atau tabel yang memuat informasi penting, seperti hasil sensus penduduk. Dengan demikian, data sekunder dapat dipahami sebagai data tambahan yang diperoleh bukan dari sumber pertama, melainkan dari pihak kedua, ketiga, dan seterusnya. Dalam konteks penelitian kuantitatif, data sekunder berperan sebagai pelengkap, yang menunjukkan bahwa tanpa keberadaannya, kualitas penelitian dapat dinilai kurang optimal karena keterbatasan kelengkapan data.

2. Teknik pengumpulan data

a. Metode Wawancara

Uraian data disajikan dengan mengacu pada permasalahan yang dibahas dan menggambarkan kondisi nyata sebagaimana terjadi di atas kapal selama praktik pelayaran, sehingga pembaca dapat memahami

situasi faktual di lapangan. Proses pengumpulan data dilakukan melalui interaksi langsung dengan crew kapal guna memperoleh informasi tambahan yang mendukung kebutuhan penelitian.

b. Metode Observasi

Data dikumpulkan melalui observasi langsung tanpa perantara terhadap aktivitas kapal. Observasi melibatkan pengamatan dan pencatatan sistematis terhadap perilaku, objek yang diamati, dan faktor-faktor lain yang relevan untuk mendukung penelitian ini.

c. Metode Dokumentasi

Pengumpulan data ini melalui pengambilan langsung foto kegiatan di atas kapal yang dilakukan oleh *crew* kapal. Salah satu metode ini akan melibatkan analisis terhadap data dokumen di atas dari nilai *draft survey* selama kapal berlayar. Dari nilai-nilai *draft survey* tersebut akan dibandingkan terhadap jurnal penelitian sebelumnya untuk mendapatkan kesesuaian hasil antara jurnal dengan penelitian yang saya lakukan selama di atas kapal.

D. Teknik Analisis Data

Analisis data merupakan rangkaian kegiatan yang mencakup penelusuran sekaligus penghimpunan data yang diperoleh melalui wawancara, observasi, dan dokumentasi. Dalam pelaksanaannya, terdapat tiga tahapan teknik analisis data yang digunakan dalam proses pengolahan data tersebut. Penjelasan mengenai ketiga tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Reduksi Data

Reduksi data merupakan suatu proses pemilahan, pemusatan, dan pederhanaan data yang di dapatkan dari catatan tertulis dari suatu penelitian yang sedemikian rupa sehingga kesimpulan dapat diambil. Proses ini tidak selalu berarti melakukan kuantifikasi data.

2. Penyajian Data

Dalam analisis kualitatif, penyajian data menjadi salah satu teknik yang digunakan untuk menata informasi. Tahap ini dilakukan dengan mengorganisasi sekumpulan data sehingga memungkinkan dilakukannya penarikan kesimpulan. Penyajiannya umumnya berbentuk kualitatif, seperti uraian naratif yang disusun berdasarkan catatan lapangan.

3. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan merupakan salah satu teknik dalam analisis data kualitatif. Pelaksanaannya mengikuti prosedur kerja yang telah dirumuskan dalam metodologi penelitian, dengan mendasarkan proses tersebut pada analisis data yang bersifat induktif. Pendekatan ini mengacu pada teori grounded, yakni dengan mengaitkan fenomena empiris dan konsep teoretis yang sebelumnya terpisah melalui penalaran rasional.