

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS PENYEBAB *CARGO OFF SPEC* PADA MUATAN  
BIOSOLAR (B40) DI MT. GUNUNG KEMALA DENGAN  
*FISHBONE ANALYSIS***



DINAR ISLAMI RACHMAYANTI  
NIT 22 36308 2 079

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 PENYEBAB *CARGO OFF SPEC* PADA MUATAN  
BIOSOLAR (B40) DI MT. GUNUNG KEMALA DENGAN  
*FISHBONE ANALYSIS***



DINAR ISLAMI RACHMAYANTI  
NIT 22 36308 2 079

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 : DINAR ISLAMI RACHMAYANTI  
Nomor Induk Taruna : 22 36308 2 079  
Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Operasi Kapal  
Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

### **ANALISIS PENYEBAB *CARGO OFF SPEC* PADA MUATAN BIOSOLAR (B40) DI MT. GUNUNG KEMALA DENGAN *FISHBONE ANALYSIS***

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT 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, 05 Januari 2026



**DINAR ISLAMI RACHMAYANTI**  
22 36308 2 079

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : Analisis Penyebab *Cargo Off Spec* Pada Muatan Biosolar  
(B40) di MT. Gunung Kemala dengan *Fishbone Analysis*  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Operasi Kapal  
Nama : Dinar Islami Rachmayanti  
NIT : 22363082079  
Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype / Proyek~~ / Karya Ilmiah Terapan\*

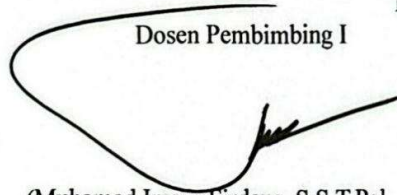
Keterangan: \*(coret yang tidak perlu)

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

Surabaya, 27 Oktober 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



(Muhamad Imam Firdaus, S.S.T.Pel., M.M)

Penata Tk. I (III/c)

NIP. 199010192014021004

Dosen Pembimbing II



(Bugi Nugraha, S.ST., M.MiE)

Penata Tk. I (III/c)

NIP. 198708142019021001

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal



(Pie Suwondo, S.Si.T, M.Pd.)

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197702142009121001

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : Analisis Penyebab *Cargo Off Spec* Pada Muatan Biosolar  
(B40) di MT. Gunung Kemala dengan *Fishbone Analysis*  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Operasi Kapal  
Nama : Dinar Islami Rachmayanti  
NIT : 22 36308 2 079  
Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype~~ / Karya Ilmiah Terapan / ~~Karya Tulis Ilmiah~~\*  
Keterangan: \*(coret yang tidak perlu)

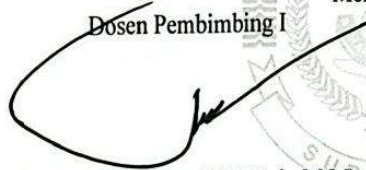
Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk  
dilaksanakan Seminar Hasil Tugas Akhir

Surabaya, 01 Desember 2025

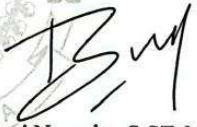
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


  
(M. Imam Firdaus, S.S.T.Pel., M.M)

Penata Tk. I (III/c)  
NIP. 199010192014021004

  
(Bugi Nugraha, S.ST., M.MTr)

Penata Tk. I (III/c)  
NIP. 198708142019021001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayas Operasi Kapal

  
(Lie Suwondo, S.Si.T, M.Pd.)

Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 197702142009121001

**PENGESAHAN  
PROPOSAL TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**ANALISIS PENYEBAB *CARGO OFF SPEC* PADA MUATAN BIOSOLAR  
(B40) DI MT. GUNUNG KEMALA DENGAN *FISHBONE ANALYSIS***

Disusun oleh:

**DINAR ISLAMI RACHMAYANTI  
NIT. 22363082079**

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

Surabaya, 06 November 2025

Dosen Penguji I



(Dety Sutralinda, S.Si.T, M.M.Tr.)  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 198107222010122001

Mengesahkan,  
Dosen Penguji II



(M. Imam Firdaus, S.S.T.Pel., M.M)  
Penata Tk. I (III/c)  
NIP. 199010192014021004

Dosen Penguji III



(Bugi Nugraha, S.ST., M.MTr)  
Penata Tk. I (III/c)  
NIP. 198708142019021001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal



(I'ie Suwondo, S.Si.T, M.Pd.)  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 197702142009121001

**PENGESAHAN**  
**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**KARYA ILMIAH TERAPAN**

**ANALISIS PENYEBAB *CARGO OFF SPEC* PADA MUATAN BIOSOLAR (B40)  
DI MT. GUNUNG KEMALA DENGAN *FISHBONE ANALYSIS***

Disusun oleh:

**DINAR ISLAMI RACHMAYANTI**  
NIT. 22 36308 2 079

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

Surabaya, 30 Desember 2025

Mengesahkan,

Dosen Penguji I



(Dety Sutralinda, S.Si.T, M.M.Tr.)  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 198107222010122001

Dosen Penguji II



(M. Imam Firdaus, S.S.T.Pel., M.M)  
Penata Tk. I (III/c)  
NIP. 199010192014021004


Dosen Penguji III



(Bugi Nugraha, S.ST., M.MTr)  
Penata Tk. I (III/c)  
NIP. 198708142019021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Operasi Kapal



(I'ie Suwondo, S.Si.T, M.Pd.)  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 197702142009121001

## ABSTRAK

Dinar Islami Rachmayanti, 2025, “Analisis Penyebab *Cargo Off Spec* Muatan Biosolar di MT. Gunung Kemala Dengan *Fishbone Analysis*”. Politeknik Pelayaran Surabaya. Dibimbing oleh Dosen Pembimbing I: Muhamad Imam Firdaus, S.S.T.Pel., M.M. dan Dosen Pembimbing II: Bugi Nugraha, S.ST., M.MTr.

Penggunaan bahan bakar alternatif berbasis sumber daya alam terbarukan telah menjadi salah satu langkah strategis dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil. Salah satu bentuk nyata dari komitmen tersebut adalah penggunaan Biosolar (B40) yang merupakan campuran antara 40% FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*) dan 60% Solar. Namun dalam operasional pelayaran, sering dijumpai kasus *cargo off spec*, yaitu penyimpangan mutu muatan yang tidak lagi memenuhi standart kualitas. Masalah ini berdampak besar, baik secara finansial, hukum, maupun reputasi Perusahaan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui: 1) Apa saja faktor-faktor penyebab terjadinya *cargo off spec* di kapal MT. Gunung Kemala 2) Bagaimana upaya pencegahan yang harus dilakukan untuk menghindari *cargo off spec* di kapal MT. Gunung Kemala. Penelitian ini menggunakan metode *fishbone analysis* sebagai teknik analisis data untuk mencari permasalahan secara mendalam. Berdasarkan analisis faktor penyebab *cargo off spec* di MT. Gunung Kemala antara lain usia kapal yang sudah tua mempengaruhi kondisi tangki, sifat muatan Biosolar (B40) yang sensitif, kondisi lingkungan seperti cuaca dan perubahan suhu yang tidak stabil, serta operasi *intertank* yang meningkatkan risiko pencampuran *sludge* ke *cargo*. Upaya yang dapat dilakukan agar kejadian tersebut tidak terjadi kembali adalah dengan menerapkan jadwal *tank inspection*, pengendalian udara (*oxygen exclusion*), optimalisasi kinerja sistem ventilasi (*optimized venting system*), pemanfaatan P/V Valves, pengambilan sampel dan pengujian, serta pelatihan awak kapal. Hasil penelitian menyatakan bahwa faktor utama penyebab *cargo off spec* pada muatan Biosolar (B40) akibat degradasi kondisi fisik tangki *cargo* yang secara langsung dipengaruhi oleh usia kapal (*ageing factor*), selain itu karakteristik Biosolar (B40) yang higroskopis, serta potensi degradasi selama proses *intertank* turut menjadi faktor pendukung terjadinya *cargo off spec*.

**Kata kunci:** *Cargo Off Spec*, Biosolar, tangki, dan *Fishbone Analysis*.

## **ABSTRACT**

*Dinar Islami Rachmayanti, 2025, "Analysis of the Causes of Off-Spec Cargo of Biodiesel at MT. Gunung Kemala Using Fishbone Analysis." Surabaya Maritime Polytechnic. Supervised by Supervisor I: Muhamad Imam Firdaus, S.S.T.Pel., M.M. and Supervisor II: Bugi Nugraha, S.ST., M.MTr.*

*The use of alternative fuels based on renewable natural resources has become a strategic step in reducing dependence on fossil energy. One concrete form of this commitment is the use of Biodiesel (B40) which is a mixture of 40% FAME (Fatty Acid Methyl Ester) and 60% Diesel. However, in shipping operations, cases of off-spec cargo are often encountered, namely deviations in the quality of cargo that no longer meet quality standards. This problem has a major impact, both financially, legally, and the Company's reputation. This study aims to determine: 1) What are the factors causing off-spec cargo on the MT. Gunung Kemala ship 2) What preventive measures must be taken to avoid off-spec cargo on the MT. Gunung Kemala ship. This study uses the fishbone analysis method as a data analysis technique to find the problem in depth. Based on the analysis of the factors causing off-spec cargo on MT. Gunung Kemala, among others, the old age of the ship affects the condition of the tank, the sensitive nature of the Biodiesel (B40) cargo, environmental conditions such as unstable weather and temperature changes, and intertank operations that increase the risk of sludge mixing into the cargo. Efforts that can be made to prevent this incident from happening again include implementing a tank inspection schedule, air control (oxygen exclusion), optimizing ventilation system performance (optimized venting system), utilizing P/V Valves, sampling and testing, and training ship crew. The results of the study stated that the main factor causing off-spec cargo in Biodiesel (B40) cargo was due to the degradation of the physical condition of the cargo tank which was directly influenced by the age of the ship (aging factor), in addition to the hygroscopic characteristics of Biodiesel (B40), as well as the potential for degradation during the intertank process were also factors that supported the occurrence of off-spec cargo.*

**Keywords:** *Off-spec Cargo, Biodiesel, Tank, and Fishbone Analysis.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang dengan memberikan ridhonya, dengan kesempatan ini penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Karya Ilmiah Terapan dengan judul :

### **“ANALISIS PENYEBAB *CARGO OFF SPEC* PADA MUATAN BIOSOLAR (B40) DI MT. GUNGUNG KEMALA DENGAN *FISHBONE ANALYSIS*”**

Untuk menyelesaikan studi pendidikan program Diploma IV salah satu syarat yang di lakukan oleh Taruna adalah penyusunan Karya Ilmiah Terapan yang berguna sebagai pembekalan Taruna dalam menjalani Praktek Laut di atas kapal.

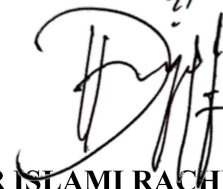
Dalam kesempatan yang telah diberikan ini, saya menyampaikan terima kasih kepada pihak – pihak yang sudah terlibat dalam penyelesaian proposal penelitian ini, dengan hormat :

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E, selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan tempat dan fasilitas yang memadai kepada taruna-taruni Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Bapak I'ie Suwondo, S.Si.T, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Operasi Kapal Politeknik Pelayaran Surabaya.
3. Bapak Muhamad Imam Firdaus, S.S.T.Pel., M.M., selaku Pembimbing I yang telah memberikan masukan dan arahan dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini.
4. Bapak Bugi Nugraha, S.ST., M.MTr., selaku Pembimbing II yang telah memberikan masukan dan arahan dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini.
5. Ibu Dety Sutralinda S.SiT, M.M.Tr. selaku penguji I yang telah memberikan arahan serta bimbingan dalam pengujian, sehingga saya dapat memberikan yang terbaik dalam penulisan Karya Ilmiah Terapan ini.
6. Seluruh dosen di Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah mengarahkan penulis.
7. Seluruh kru kapal MT. Gunung Kemala serta pihak manajemen PT. Pertamina International Shipping yang telah memberikan pengalaman bekerja selama penulis melaksanakan praktik laut.
8. Alm. Tachmid Romdhon, Bapak Ilhamdoko, dan Ibu Niswatul Khoiroh, selaku orang tua saya yang telah mendukung penuh berupa moril, material, semangat, serta do'a dalam penyelesaian Karya Ilmiah Terapan ini.
9. Erina Farikha Az Zahra, selaku adik saya yang telah memberikan semangat, dukungan dan do'a dalam penyelesaian Karya Ilmiah Terapan ini.
10. Mohammad Rizal Wicaksono, selaku senior dan pasangan saya yang telah memberikan dukungan, masukan, dan arahan dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini.

11. Jepi Harpiansyah Ramdani, selaku rekan *cadet* di MT. Gunung Kemala yang telah membantu berupa saran dan dokumentasi yang dibutuhkan oleh penulis.
12. Savanatu Rahma Salawati dan Indah Cahyaning Surya, selaku sahabat yang telah memberikan semangat, dukungan, dan do'a dalam penyelesaian Karya Ilmiah Terapan ini.
13. Ainaya Wilda Silvana dan Anggie Cahya Hardiwibowo, selaku sahabat sejak SMP yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan waktu dalam penyelesaian Karya Ilmiah Terapan.

Demikian, saya berharap proposal ini dapat memberikan manfaat dan pembelajaran untuk pembaca serta dapat membantu untuk kemajuan pelayaran di Indonesia.

Surabaya, 05 Januari 2026



**DINAR ISLAMI RACHMAYANTI**

**22 36308 2 079**

## DAFTAR ISI

<b>JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERSETUJUAN LAPORAN SEMINAR HASIL .....</b>	<b>iv</b>
<b>PENGESAHAN SEMINAR PROPOSAL .....</b>	<b>v</b>
<b>PENGESAHAN LAPORAN SEMINAR HASIL.....</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>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Penelitian.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II TINAJUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya.....	7
B. Landasan Teori .....	10
C. Kerangka Pikir Penelitian.....	17

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
A. Jenis Penelitian .....	18
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
C. Sumber Data Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data.....	20
D. Teknik Analisis Data .....	24
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	27
B. Hasil Penelitian.....	29
1. Penyajian Data .....	29
2. Analisis Data.....	36
C. Pembahasan .....	40
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>50</b>
A. Simpulan .....	50
B. Saran.....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya .....	7
Tabel 3.1 Tempat Penelitian .....	20
Tabel 4.1 Kapasitas Tangki MT. Gunung Kemala .....	28
Tabel 4.2 Hasil Wawancara .....	32
Tabel 4.3 Hasil <i>Test Report</i> Mutu Cargo .....	35
Tabel 4.4 Faktor Manusia .....	37
Tabel 4.5 Faktor Metode .....	38
Tabel 4.6 Faktor Material.....	38
Tabel 4.7 Faktor Lingkungan.....	39
Tabel 4.8 <i>Checklist</i> Pernyataan <i>Cargo Off Spec</i> .....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapal Tanker Minyak Mentah .....	14
Gambar 2.2 Kapal Tanker Minyak Produk .....	14
Gambar 2.3 Kapal Tanker Kimia Murni .....	15
Gambar 2.4 Kapal Tanker Kimia Produk .....	15
Gambar 2.5 Kapal Tanker Kimia Gas.....	16
Gambar 2.6 Kerangka <i>Fishbone Analysis</i> .....	16
Gambar 2.7 Kerangka Pikir Penelitian.....	17
Gambar 4.1 Kapal MT. Gunung Kemala .....	27
Gambar 4.2 Kondisi <i>Cargo</i> Berwarna Keruh .....	34
Gambar 4.3 Diagram <i>Fishbone</i> .....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

A. <i>Ship Particular</i> .....	56
B. Berita Acara Perihal Terjadinya <i>Cargo Off Spec</i> .....	57
C. Berita Acara Dugaan atau Penilaian <i>Cargo Off Spec</i> .....	59
D. <i>Crew List</i> .....	61
E. Pengambilan Sampel.....	62
F. Hasil Uji Laboratorium ( <i>Tesr Report</i> ) .....	63

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Penelitian

Penggunaan bahan bakar alternatif berbasis sumber daya alam terbarukan telah menjadi salah satu langkah strategis dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil. Di tengah upaya global menuju energi bersih dan berkelanjutan, dunia saat ini tengah mengalami transisi besar dalam sistem energi, dengan fokus utama pada pengurangan emisi karbon dan pemanfaatan energi terbarukan. Salah satu bentuk nyata dari komitmen tersebut adalah pengembangan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (*biofuel*), khususnya biosolar.

Biosolar merupakan campuran antara bahan bakar minyak (solar) dengan biodiesel (FAME) dalam proporsi tertentu, seperti B40, yang mengandung 40% biodiesel. Biosolar dipandang sebagai bahan bakar yang lebih ramah lingkungan karena berasal dari minyak nabati yang dapat diperbarui, serta memiliki potensi besar dalam menekan emisi gas buang yang berbahaya bagi lingkungan. Pemerintah Indonesia sendiri telah menetapkan program mandatori biosolar dalam bauran energi nasional yang diimplementasikan secara bertahap, termasuk kebijakan penggunaan Biosolar B40 di berbagai sektor. Seiring meningkatnya produksi dan kebutuhan biosolar dalam skala nasional, sistem distribusi menjadi elemen krusial yang menentukan keberhasilan dari kebijakan tersebut. Biosolar (B40) merupakan jenis muatan yang sensitif. Karakteristiknya yang higroskopis (mudah menyerap uap air dari udara) serta

kecenderungannya mengalami oksidasi menjadikannya mudah terdegradasi jika tidak ditangani dengan hati-hati. Kelembaban udara, perbedaan suhu, dan kondisi tangki yang tidak ideal dapat mengakibatkan pembentukan *gum*, peningkatan kadar air, hingga menurunnya mutu kimiawi produk tersebut.

Dalam rantai distribusi ini, sektor pelayaran khususnya kapal tanker memegang peranan vital sebagai penghubung antara titik produksi dan titik konsumsi. Kapal tanker bertanggung jawab mengangkut biodiesel dari terminal muat ke terminal bongkar, termasuk melalui metode operasi STS (*Ship to Ship Transfer*) di tengah laut. Terlepas dari metode distribusinya, kapal tanker harus memastikan bahwa muatan tetap berada dalam kondisi aman dan sesuai spesifikasi teknis sepanjang pelayaran. Hal ini menjadi sangat penting karena biodiesel memiliki karakteristik kimia yang sensitif terhadap kontaminasi, suhu, serta kelembaban, sehingga diperlukan sistem penanganan yang tepat dan sesuai dengan standar internasional.

Dalam mendukung keberhasilan pengangkutan muatan berisiko tinggi seperti biosolar, setiap perwira dan awak kapal dituntut memiliki pemahaman dan kepatuhan penuh terhadap pedoman keselamatan dan penanganan muatan yang berlaku secara internasional, seperti yang tercantum dalam *International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals* (ISGOTT). Panduan ini memuat standar kebersihan tangki, persiapan transfer muatan, penanganan produk yang mudah terkontaminasi, hingga perlindungan terhadap lingkungan laut. Penguasaan terhadap panduan ini menjadi syarat mutlak karena kesalahan kecil dalam tahapan operasional dapat menyebabkan degradasi mutu muatan.

Dalam praktiknya, masih sering dijumpai kendala teknis di lapangan yang menyebabkan biodiesel mengalami penurunan mutu, atau bahkan dinyatakan *off specification* oleh pihak penerima. Hal ini menjadi peringatan bahwa perlu dilakukan evaluasi menyeluruh terhadap prosedur dan pelaksanaan operasional di atas kapal. Muatan kargo merupakan elemen penting dalam operasional kapal tanker, karena keselamatan dan mutu muatan secara langsung memengaruhi reputasi perusahaan pelayaran dan kelangsungan kontrak pengangkutan. Salah satu aspek krusial yang harus dijaga adalah bahwa muatan yang dibongkar tetap berada dalam kondisi sesuai spesifikasi (*on spec*), sebagaimana disyaratkan oleh pihak penerima.

Namun, dalam praktik operasional pelayaran, sering dijumpai kasus di mana muatan mengalami penyimpangan mutu, atau yang dikenal sebagai *cargo off spec*, kondisi ketika muatan tidak lagi memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan. Masalah ini dapat berdampak besar, baik secara finansial, hukum, maupun terhadap reputasi perusahaan. *Cargo off spec* bisa disebabkan oleh berbagai faktor seperti kontaminasi, prosedur penanganan yang kurang tepat, kondisi tangki yang tidak optimal, hingga kurangnya pengawasan selama proses transfer muatan. Permasalahan *cargo off spec* tidak hanya berdampak teknis dan ekonomis, tetapi juga berkaitan erat dengan kepatuhan terhadap regulasi internasional. Kode-kode seperti *International Safety Management (ISM) Code*, dan *MARPOL Annex I (Regulations for the Prevention of Pollution by Oil)* yang mengatur tentang pengelolaan muatan, kebersihan tangki, keselamatan pelayaran, dan perlindungan lingkungan laut. Selain itu, standar operasional perusahaan (SOP) juga menekankan pentingnya tindakan preventif seperti

pembersihan tangki secara menyeluruh dan pengeringan (*dry tank*) sebelum pemuatan.

Salah satu kasus nyata yang mencerminkan kompleksitas permasalahan ini terjadi pada kapal tanker MT. Gunung Kemala, milik PT. *Pertamina International Shipping* (PIS), yang mengangkut muatan Biosolar B40 di perairan Balikpapan. Kapal dengan daya angkut  $\pm 86.962$  ton ini menjalankan sistem operasi STS (*Ship to Ship*). Terlampir pada Berita Acara No.82 / F303 / II / 2025, Hari Jumat, 14 Februari 2025 pukul 23.00 WITA, kru kapal mendeteksi adanya dugaan ketidaksesuaian mutu pada muatan di tangki COT 5C. Dugaan ini muncul setelah pengecekan visual serta evaluasi awal terhadap warna dan kejernihan muatan. Dalam proses investigasi internal, ditemukan kemungkinan penyebab seperti adanya sisa muatan sebelumnya (*Remaining on Board/ROB*) dan endapan *sludge*. Selain itu, proses *intertank* transfer dari beberapa tangki lain menuju COT 5C yang dilakukan sebelum pembongkaran diduga turut menyebabkan pencampuran residu atau kontaminan yang menurunkan mutu muatan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis menyusun karya ilmiah terapan dengan judul Analisis Penyebab *Cargo Off Spec* pada Muatan Biosolar (B40) di MT. Gunung Kemala dengan *Fishbone Analysis*. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam mengenai faktor-faktor yang menyebabkan *cargo off spec*, serta upaya pencegahan yang dapat dilakukan untuk menghindari *cargo off spec* agar mutu muatan biodiesel tetap terjaga dan sesuai spesifikasi yang dipersyaratkan.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas peneliti menarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa saja faktor-faktor penyebab terjadinya *Cargo Off Spec* di kapal MT. Gunung Kemala?
2. Bagaimana upaya pencegahan yang harus dilakukan untuk menghindari *cargo off spec* di MT. Gunung Kemala?

## **C. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya *Cargo Off Spec* di kapal MT. Gunung Kemala
2. Mengetahui upaya pencegahan yang harus dilakukan untuk menghindari *cargo off spec* di MT. Gunung Kemala

## **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat yang dapat diambil oleh berbagai pihak, baik secara teoritis maupun praktis, sebagai berikut:

1. Secara Teoritis
  - a. Menambah wawasan dan pengetahuan bagi pembaca maupun penulis terkait dengan kejadian *cargo off specification (off spec)* pada kapal tanker, khususnya muatan biodiesel.

- b. Memberikan kontribusi dalam pengembangan literatur akademik khususnya terkait pengendalian kualitas muatan.
  - c. Dapat menjadi referensi atau acuan bagi penelitian selanjutnya yang membahas permasalahan sejenis.
2. Secara Praktis
- a. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis bagi *crew* kapal, operator pelayaran, maupun peneliti agar kejadian *cargo offspec* serupa tidak terjadi kembali di masa mendatang
  - b. Memberikan gambaran mengenai faktor-faktor penyebab terjadinya *cargo offspec*, sehingga bisa menjadi bahan evaluasi dalam prosedur *cargo handling* dan pengecekan kualitas muatan.
  - c. Menjadi dasar pertimbangan bagi perusahaan pelayaran untuk menyempurnakan SOP pemuatan, *tank preparation*, dan pengawasan mutu kargo di atas kapal tanker.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Review Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya merupakan informasi penting untuk mendukung penelitian saat ini. Dengan melakukan tinjauan literatur, penulis dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang kerangka konseptual, teori, metode, dan temuan yang telah ada sebelumnya. Identifikasi yang dilakukan dalam *review* jurnal juga memberikan gambaran yang jelas tentang perkembangan konsep dan menjadi acuan bagi penelitian lanjutan.

Tabel 2.1 *Review* Penelitian Sebelumnya  
Sumber: Jurnal Penelitian

No.	Penulis	Judul Penelitian	Masalah	Metode Penelitian	Hasil
1.	Hidayat, J. A., et al. <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> . Vol. 1187. No. 1. IOP Publishing, 2023.	<i>Evaluation of Quality of Biodiesel and Diesel Fuel with High Ratio Blends</i>	Penggunaan bahan bakar fosil yang semakin terbatas serta isu pemanasan global mendorong pengembangan bahan bakar alternatif, salah satunya biodiesel. Meskipun biodiesel telah digunakan dalam campuran rasio rendah, penggunaannya dalam rasio tinggi masih memerlukan evaluasi lebih lanjut terhadap kualitas bahan bakar campuran. Hal ini penting untuk memastikan	Metode penelitian ini adalah kuantitatif dengan menggunakan pendekatan eksperimental dengan melakukan pencampuran biodiesel jenis FAME dan distillate FAME dengan solar (diesel) ber cetane number 48 dan 51, pada berbagai rasio campuran, dari B10 (10% biodiesel) hingga B90 (90% biodiesel). Total sampel uji adalah 31.	Penelitian ini menemukan bahwa peningkatan rasio biodiesel dalam campuran dengan diesel berpengaruh signifikan terhadap karakteristik bahan bakar. Semakin tinggi rasio biodiesel, semakin nilai viskositas, densitas, FBT (Filter Blocking Tendency), CFPP (Cold Filter Plugging Point), dan

No.	Penulis	Judul Penelitian	Masalah	Metode Penelitian	Hasil
			bahwa campuran biodiesel-diesel tetap memenuhi standar mutu dan tidak membahayakan lingkungan atau mesin kendaraan.		kandungan kontaminan. Campuran dengan FAME distilat menunjukkan performansi lebih baik, terutama dalam hal kebersihan bahan bakar, dibandingkan dengan FAME biasa. Meskipun nilai-nilai masih dalam batas standar, peningkatan rasio biodiesel dapat menimbulkan risiko terhadap kinerja mesin dan penyumbatan filter. Oleh karena itu, pemilihan jenis biodiesel dan rasio campuran yang tepat sangat penting untuk menjaga kualitas dan keamanan bahan bakar.
2.	Akbar, Muhammad Aly, et al. <i>Journal of Applied Sciences, Management and Engineering</i>	<i>Evaluation of Diesel Fuel Product Quality During Storage Processes Using Qualitative Statistical Methods</i>	Kualitas bahan bakar sangat mempengaruhi kinerja mesin dan emisi. Selama penyimpanan, karakteristik fisik bahan	Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Kualitatif-statistik melalui	Penelitian ini menilai kualitas bahan bakar diesel selama penyimpanan melalui analisis kandungan

No.	Penulis	Judul Penelitian	Masalah	Metode Penelitian	Hasil
	g <i>Technology</i> 6.1 (2025)		bakar seperti kandungan abu, densitas, Specific Gravity (SG), dan API Gravity dapat berubah dan memengaruhi performa pembakaran. Penelitian ini menyoroti perlunya evaluasi kualitas bahan bakar diesel selama penyimpanan menggunakan metode statistik kualitatif.	eksperimen laboratorium	abu, densitas, SG, dan API Gravity. Hasilnya, Pertamina dan Pertamina Turbo terbukti stabil dan cocok untuk berbagai kondisi. FAME stabil dan mendukung pembakaran konsisten, Biosolar rendah abu dan ramah lingkungan, sementara Dexlite paling tinggi kandungan abunya namun stabil. Pemilihan bahan bakar sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan performa dan emisi.
3.	Wahyudi, Dedy, Beny Cahyono, and Dita Artanti. <i>Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences</i> 7 8.1 (2020)	<i>Influences of Marine Environment to the Characteristics of Palm Oil Biodiesel during Storage</i>	Penggunaan biodiesel (B20) pada kapal laut mengalami kendala seperti pembentukan gel, penyumbatan filter, dan penurunan performa mesin akibat degradasi biodiesel selama penyimpanan di lingkungan laut. Pengawasan kualitas secara berkala di atas kapal sulit dilakukan.	Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Kuantitatif melalui eksperimen laboratorium	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyimpanan biodiesel B20 di lingkungan laut menyebabkan perubahan signifikan pada sifat fisikokimia, seperti penurunan flash point, peningkatan acid number, dan perubahan

No.	Penulis	Judul Penelitian	Masalah	Metode Penelitian	Hasil
					viskositas setelah 30 hari. Selain itu, pertumbuhan bakteri terdeteksi pada hari ke-45 di lingkungan darat luar, sedangkan jamur muncul di lingkungan laut luar pada waktu yang sama. Hal ini menandakan bahwa lingkungan luar, khususnya laut, mempercepat degradasi biodiesel selama penyimpanan .

Berdasarkan ketiga hasil penelitian sebelumnya, peneliti memiliki acuan untuk melakukan penelitian ini. Perbedaan utama terletak pada metode yang digunakan. Dalam penelitian ini, peneliti menerapkan metode *Fishbone Analysis* untuk menganalisis penyebab terjadinya *cargo off spec*, sementara ketiga penelitian sebelumnya menggunakan pendekatan kualitatif statistik dan kuantitatif dengan menggunakan pendekatan eksperimen.

## B. Landasan Teori

Berdasarkan karya ilmiah terapan yang berjudul Analisis Penyebab *Cargo Off Spec* pada Muatan Biodiesel di MT. Gunung Kemala dengan *Fishbone*

*Analysis*. Landasan teori yang didapatkan oleh peneliti dapat menjadi pendukung karya ilmiah terapan ini yang memiliki hubungan dengan masalah yang dialami selama melaksanakan penelitian. Berikut landasan teori yang didapat yaitu:

#### 1. *Cargo Off Spec*

*Cargo off spec* adalah kondisi ketika muatan tidak lagi memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan. *Cargo off spec* bisa disebabkan oleh berbagai faktor seperti kontaminasi, prosedur penanganan yang kurang tepat, kondisi tangki yang tidak optimal, hingga kurangnya pengawasan selama proses transfer muatan.

Menurut Studi (Maljković et al., 2022), Peninjauan terhadap operasi pemuatan dan pengosongan kargo minyak di kapal tanker merupakan langkah penting dalam menjamin keselamatan dan kualitas muatan. Dalam proses ini, pengendalian muatan (*cargo control*), pengambilan sampel (*sampling*), serta penerapan prosedur keselamatan yang ketat memainkan peran krusial. Ketiga aspek tersebut saling berkaitan erat untuk mencegah terjadinya ketidaksesuaian spesifikasi kargo (*cargo off spec*), yang dapat menimbulkan dampak serius seperti kerugian ekonomi, potensi pencemaran lingkungan, hingga risiko keselamatan bagi awak kapal. Oleh karena itu, standar operasional yang rinci dan pengawasan ketat sangat diperlukan dalam setiap tahap penanganan kargo minyak di kapal tanker.

Berdasarkan *International Safety Management (ISM) Code*, semua operasi kapal, termasuk penanganan muatan, harus dilakukan sesuai dengan prosedur yang terdokumentasi untuk menghindari kesalahan manusia dan

kerusakan lingkungan. *ISM Code* mengharuskan perusahaan dan kapal memiliki sistem manajemen keselamatan yang menjamin mutu dan keselamatan operasi, termasuk pencegahan terhadap kejadian *cargo off spec*.

## 2. Biosolar

Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM, 2021), Biosolar adalah bahan bakar minyak jenis minyak solar yang dicampur dengan biodiesel berbasis nabati seperti FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*), yang penggunaannya diatur dalam program mandatori B20, B30, B35 hingga B40. B40 merupakan campuran antara 40% FAME dan 60% solar murni. Campuran ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan menurunkan emisi gas rumah kaca.

Biosolar digunakan luas di sektor transportasi, industri, serta pelayaran domestik. Salah satu tantangan dalam penggunaannya di sektor pelayaran adalah menjaga stabilitas dan mutu biosolar selama penyimpanan dan distribusi. Isu seperti degradasi oksidatif, kontaminasi air, serta endapan mikroba dapat menyebabkan perubahan kualitas bahan bakar, yang berisiko menyebabkan terjadinya kondisi *cargo off spec* (Mufidah et al., 2024).

## 3. Kapal Tanker

Menurut (Aji & Darmana, 2021) Kapal tanker merupakan kapal khusus yang digunakan untuk mengangkut muatan cair dalam tangki-tangki besar, baik berupa minyak mentah, produk kilang, maupun bahan kimia berbahaya.

Menurut (Papanikolaou et al., 2007) kapal tanker dalam industri pelayaran diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis berdasarkan jenis muatan yang diangkut dan kebutuhan operasionalnya. Setiap kategori kapal tanker dirancang secara khusus dengan spesifikasi teknis dan struktural yang berbeda, menyesuaikan karakteristik serta sifat fisik dan kimiawi dari muatan yang dibawanya. Klasifikasi ini penting untuk menjamin keamanan, efisiensi pengangkutan, serta kepatuhan terhadap standar internasional.

Sementara itu, desain kapal tanker mencakup fitur segregasi tangki dan sistem kendali muatan untuk mencegah kontaminasi antar jenis muatan. Kapal tanker berperan vital dalam industri pelayaran global, khususnya dalam distribusi energi, dan tunduk pada berbagai regulasi internasional seperti SOLAS (*Safety Of Life At Sea*) dan MARPOL (*Marine Pollution*) yang diterbitkan oleh *International Maritime Organization* (IMO) guna menjamin keselamatan dan perlindungan lingkungan selama pengangkutan muatan berbahaya. Berikut jenis-jenis kapal tanker:

a. Jenis Kapal Tanker Minyak (*Types of Oil Tankers*)

1) Kapal Tanker Minyak Mentah (*Crude Oil Tanker*)

Kapal yang dirancang khusus untuk mengangkut minyak mentah dari lokasi pengeboran ke fasilitas pengolahan atau terminal minyak. Terdapat beberapa jenis kapal tanker minyak mentah, termasuk *Very Large Crude Carrier* (VLCC), *Ultra Large Crude Carrier* (ULCC), dan *Suezmax*.



Gambar 2.1 Kapal Tanker Minyak Mentah

Sumber: <https://rb.gy/vy385z>

2) Kapal Tanker Minyak Produk (*Oil Product Tanker*)

Kapal yang digunakan untuk mengangkut produk minyak yang sudah jadi atau telah diolah, seperti bensin, diesel, avtur, dan minyak bahan bakar lainnya. Kapal jenis ini dibagi menjadi beberapa jenis ukuran, yaitu *Panamax*, *Aframax*, dan *Handysize*.



Gambar 2.2 Kapal Tanker Minyak Produk

Sumber: <https://tinyurl.com/2jcmrh5y>

b. Jenis Kapal Tanker Kimia (*Types of Chemical Tankers*)

1) Kapal Tanker Kimia Murni

Kapal tanker ini di desain khusus untuk mengangkut produk kimia murni seperti, asam sulfat, ammonia, etanol, dan lain-lain.

Kapal ini mempunyai sistem tangki yang terpisah untuk mencegah kontaminasi muatan.



Gambar 2.3 Kapal Tanker Kimia Murni

Sumber: <https://shorturl.at/iyF1v>

## 2) Kapal Tanker Kimia Produk

Kapal ini dirancang khusus untuk mengangkut produk kimia yang lebih umum dan beragam, termasuk bahan bakar minyak, minyak pelumas, pelarut, produk petrokimia, dan lain-lain.



Gambar 2.4 Kapal Tanker Kimia Produk

Sumber: iStock, Credit: Wirestock.

## 3) Kapal Tanker Kimia Gas

Kapal ini digunakan untuk mengangkut gas kimia seperti ammonia, propana, etana, dan LNG (cair).

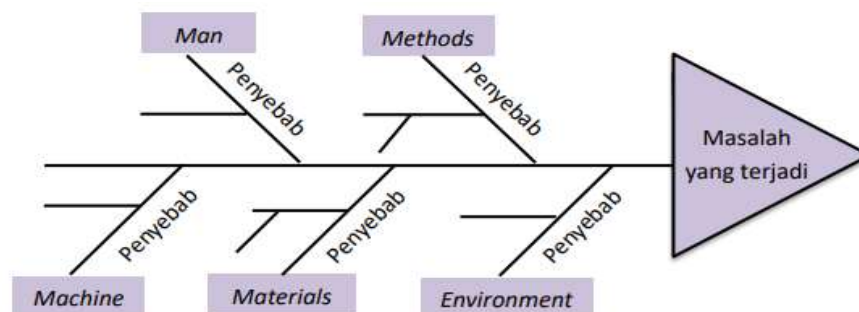


Gambar 2.5 Kapal Tanker Kimia Gas  
Sumber: <https://short-link.me/14Paw>

#### 4. Fishbone Analysis

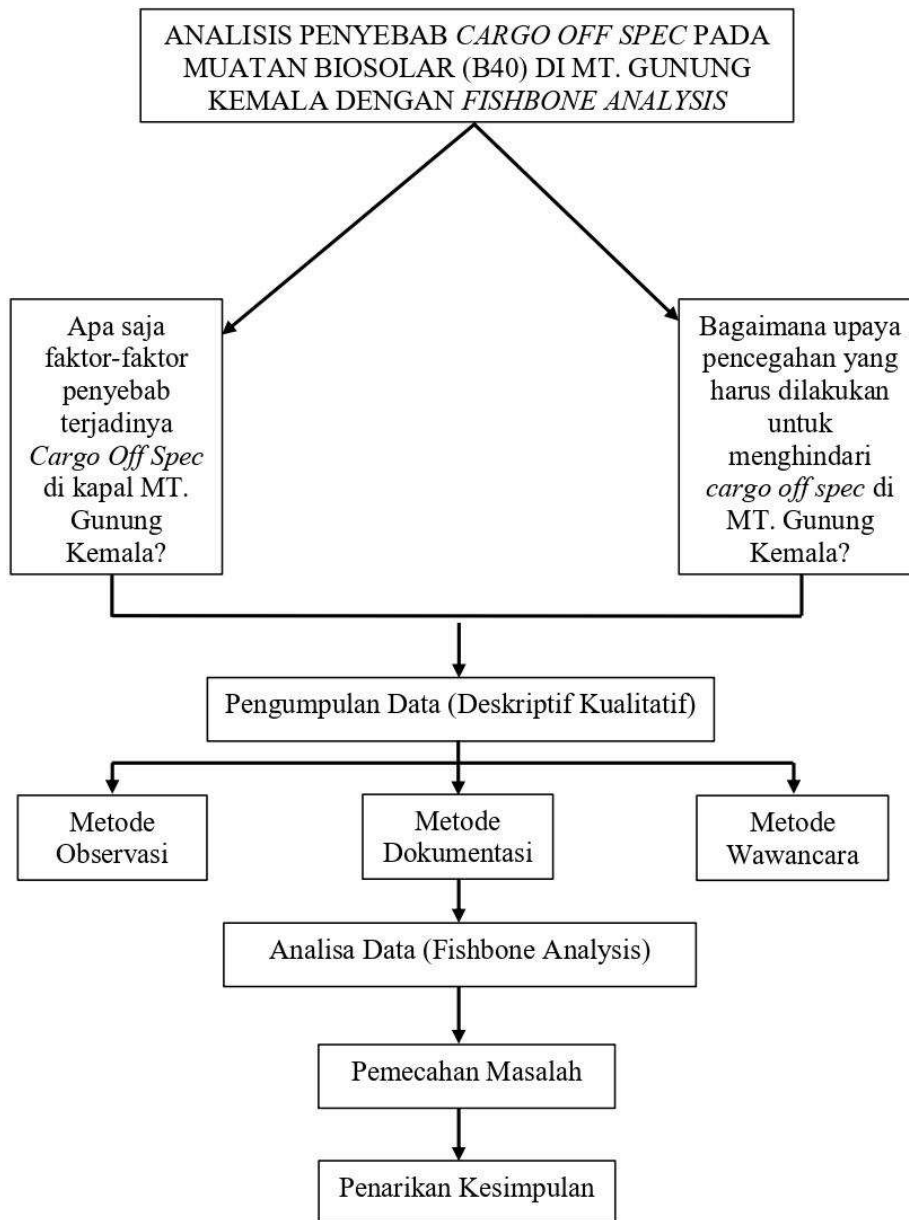
*Fishbone analysis* atau *Cause-and-Effect Diagram* (Diagram Sebab dan Akibat) merupakan alat visual dan sistematis untuk mengidentifikasi serta mengorganisasikan penyebab potensial dari suatu masalah (efek) secara struktur dengan bentuk menyerupai tulang ikan.

Menurut (Holifahtus Sakdiyah et al., 2022) Fishbone Diagram efektif digunakan sebagai alat untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah dalam pengambilan keputusan manajemen. Metode ini memberikan kerangka visual sehingga tim dapat memetakan faktor penyebab fungsional (misalnya *Man*, *Method*, *Machine*, *Material*, *Environment*) dengan sistematis.



Gambar 2.6 Kerangka *Fishbone Analysis*  
Sumber: <https://short-link.me/1996V>

### C. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.7 Kerangka Pikir Penelitian  
Sumber: Dokumen Peneliti (2025)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Menurut Sugiyono (2019) Metode Penelitian merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Metode Penelitian berhubungan dengan prosedur, teknik, dan objek penelitian yang digunakan. Objek penelitian harus cocok dan berhubungan dengan pendekatan penelitian yang dipilih. Berdasarkan hal tersebut terdapat empat kata kunci yang perlu diperhatikan yaitu, cara ilmiah, data, tujuan, dan kegunaan.

Menurut Mertha Jaya I. M. L., (2020) Metode penelitian kualitatif adalah metode yang menghasilkan beberapa temuan yang tidak dapat dicapai dengan menggunakan prosedur-prosedur statistik atau cara lain dari kuantifikasi (pengukuran). Hasil dari penelitian kualitatif dapat berupa uraian yang mendalam mengenai ucapan, tulisan, atau perilaku yang diamati dari individu, kelompok, masyarakat atau sebuah organisasi tertentu dalam sebuah peristiwa.

Zakariah M. A. et al., (2020) menyatakan penelitian kualitatif bertujuan untuk memberikan penjelasan mengenai suatu fenomena serta menemukan atau mengintruksi suatu teori terkait suatu fenomena.

*Fishbone* Diagram adalah metode analisis yang megumpulkan data secara dominan melalui pengamatan dan analisis subjektif. Data tersebut biasanya berasal dari sumber yang bersifat objektif maupun subjektif dan melibatkan informasi kuantitatif atau kualitatif.

Selain itu, penggunaan metode kualitatif memberikan fleksibilitas bagi penulis dalam memahami konteks operasional di atas kapal secara menyeluruh, termasuk faktor manusia, prosedur, peralatan, serta kondisi lingkungan yang dapat memengaruhi kualitas muatan. Melalui analisis Fishbone, setiap faktor penyebab dapat diidentifikasi secara sistematis berdasarkan kategori utama seperti *Man, Machine, Method, Material, Measurement, dan Environment*. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai akar permasalahan terjadinya *cargo off spec* sekaligus menjadi dasar dalam merumuskan tindakan preventif yang efektif untuk meningkatkan standar operasional dan menjaga mutu muatan di atas kapal tanker.

## **B. Waktu dan Tempat Penelitian**

### **1. Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di atas kapal MT. Gunung Kemala selama 12 bulan 3 hari ketika penulis melaksanakan praktik berlayar, terhitung dari tanggal *sign on* 03 Juli 2024 sampai dengan *sign off* tanggal 06 Juli 2025.

### **2. Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di kapal MT. Gunung Kemala, kapal yang di luncurkan pada tahun 1986 di Sasebo, Japan. Untuk peroperasian kapal MT. Gunung kemala hanya berada di Outer Buoy Balikpapan sebagai kapal *mothership* biosolar dengan system STS (*Ship to Ship*). Kapal ini di Kelola oleh PT. *Pertamina International Shipping* dengan total *crew* 27 orang termasuk dengan nahkoda kapal dan semua awak kapal ini berasal dari Indonesia. Berikut *ship particular* MT. Gunung Kemala, sebagai berikut:

Tabel 3.1 Tempat Penelitian  
Sumber: Dokumen Peneliti

<i>SHIP NAME</i>	GUNUNG KEMALA
<i>NATIONALITY</i>	INDONESIA
<i>PORT OF REGISTER</i>	JAKARTA
<i>CALL SIGN</i>	YDMY
<i>SHIP OWNER</i>	PT. PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING
<i>IMO NUMBER</i>	8508292
<i>CLASIFICATION</i>	BKI
<i>GROSS TONNAGE</i>	49.727

### C. Sumber Data Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data

#### 1. Sumber Data Penelitian

Pengklasifikasian data berdasarkan sumbernya dilakukan tergantung pada cara perolehannya. Dengan demikian, data yang dikumpulkan oleh penulis terbagi menjadi dua jenis, yaitu Data Primer dan Data Sekunder.

##### a. Data Primer

Menurut Sugiyono (2019) Data primer memberikan informasi yang spesifik dan relevan langsung dari subjek penelitian, sehingga memungkinkan peneliti untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang fenomena yang sedang diteliti. Data primer juga memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan data yang sesuai dengan pertanyaan penelitian yang diajukan, sehingga memberikan kontribusi yang signifikan dalam penelitian tersebut. Data primer pada penelitian ini diperoleh melalui observasi langsung serta wawancara ketika peneliti melaksanakan praktek berlayar di kapal MT. Gunung Kemala. Data yang diperoleh berupa berita acara, test report, dan lain-lain.

## b. Data Sekunder

Menurut Ahmad et al., (2024) Data sekunder adalah sumber data peneliti yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara. Hal tersebut berarti bahwa peneliti berperan sebagai pihak kedua, karena sumber data tidak didapatkan secara langsung. Data sekunder dapat dikumpulkan melalui buku, situs, atau dokumen arsip, rekaman ataupun hasil penelitian sebelumnya yang dapat mendeskripsikan informasi dari berbagai sumber, sehingga dapat dikatakan data sekunder adalah data pelengkap. Data sekunder yang didapatkan oleh peneliti selama di kapal berupa berita acara dugaan saat terjadinya *cargo off spec* beserta dengan hasil *test report* kualitas *cargo* yang tidak sesuai spesifikasi, serta foto-foto dokumentasi yang dapat mendukung untuk penelitian ini.

## 2. Teknik Pengumpulan Data

Menurut Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2019:145), pengumpulan data merupakan suatu proses sistematis dalam mengumpulkan informasi yang akan dijadikan sebagai data dalam penelitian yang dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

Teknik pengumpulan data digunakan untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan dalam penelitian. Pemilihan teknik ini harus disesuaikan dengan topik penelitian dan memiliki kelebihan serta kekurangan masing-masing. Oleh karena itu, pemilihan teknik pengumpulan data harus disesuaikan dengan kebutuhan, tujuan, dan solusi pada suatu permasalahan dalam penelitian.'

a. Metode Wawancara

Teknik wawancara merupakan teknik penggalan informasi melalui percakapan secara langsung antara peneliti dengan partisipan (Waruwu M., 2023). Wawancara dapat terstruktur atau tidak, namun lebih disarankan untuk dilakukan secara terstruktur agar terorganisir dan mudah dipahami.

Abdussamad, Z. (2022:143) menyatakan, wawancara atau interview merupakan bentuk komunikasi verbal semacam percakapan yang bertujuan memperoleh informasi atau dapat juga diartikan suatu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan tanya jawab antara peneliti dengan obyek yang diteliti.

Metode wawancara ini akan digunakan oleh penulis untuk mengajukan beberapa pertanyaan khususnya mualim 1 dan para kru kapal. Penulis memiliki beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan permasalahan *cargo off spec*, factor-faktor penyebab dan antisipasi cara untuk menghindari terjadinya *cargo off spec*. Teknik wawancara ini dilakukan untuk mendapatkan data sesuai yang dibutuhkan penulis, dari hasil wawancara yang dilakukan secara tatap muka maupun melalui alat komunikasi.

b. Metode Observasi

Observasi merupakan teknik yang dilakukan untuk mengamati aktivitas di lokasi penelitian dan diharapkan dapat memperoleh pemahaman yang mendalam tentang kondisi obyek penelitian (Waruwu

M, 2023). Dalam pengamatan tersebut, peneliti melakukan aktivitas pencatatan hal-hal yang diamati secara langsung dan terstruktur.

Selama melaksanakan praktek berlayar di atas kapal, observasi telah dilakukan peneliti mengenai penyebab *cargo off spec*. Peneliti mengumpulkan data pendukung yang berguna untuk penelitian ini dengan diawasi oleh perwira, *loading master*, dan *suveyor*. Hal ini bertujuan agar peneliti dapat mengetahui masalah-masalah yang terjadi yang berkaitan dengan fenomena tersebut. Tujuan dari dilakukannya observasi atau pengamatan secara langsung agar dapat mengetahui kondisi yang sebenarnya yang akan diteliti secara langsung, yang digunakan peneliti sebagai pedoman dalam menyusun hasil penelitiannya.

c. Metode Dokumentasi

Metode dokumentasi melibatkan pengumpulan data dari berbagai dokumen atau sumber tertulis yang akurat sesuai fokus pada masalah penelitian (Waruwu M, 2023). Metode ini dipadukan dengan pengambilan gambar aktifitas di atas kapal untuk mendokumentasikan proses tersebut. Peneliti telah melakukan pengambilan dokumentasi berupa foto pada saat kapal MT. Gunung Kemala mengalami *cargo off spec* dan pengambilan *sample cargo*, yang selanjutnya dokumentasi tersebut akan dijadikan sebagai dokumen pendukung untuk hasil penelitian ini.

#### D. Teknik Analisi Data

Pelaksanaan analisis data pada penelitian kualitatif dilakukan dengan mencari dan menyusun secara sistematis yang diperoleh dengan mengorganisasikan, menjabarkan, mensintesis, menyusun pola, memilih mana yang penting, dan menarik kesimpulan terhadap data lapangan (Saleh, 2017).

Denscombe (2019) menyatakan bahwa analisis data merupakan suatu proses yang dilakukan secara sistematis untuk mengelola, mengevaluasi, dan menafsirkan data, dengan tujuan menghasilkan informasi yang bernilai serta dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan.

Menurut Mangindara et al. (2022:100) dalam Arif & Gunawan (2023:3), diagram fishbone atau diagram sebab-akibat merupakan alat yang efektif untuk mengenali faktor utama dan faktor pendukung yang menyebabkan suatu masalah. Diagram ini juga berfungsi sebagai alat visual yang membantu dalam mengidentifikasi, menggali, dan menggambarkan secara grafis berbagai penyebab yang berkontribusi terhadap terjadinya suatu permasalahan. Metode *fishbone analysis* menggunakan pendekatan sistematis untuk menguraikan sumber-sumber permasalahan tersebut. Pendekatan yang digunakan untuk menjabarkan pada metode *fishbone analysis* adalah sebagai berikut:

##### 1. *Man* (Manusia)

Komponen "Man" berkaitan dengan manusia yang terlibat langsung atau tidak langsung dalam proses penanganan muatan. Aspek ini sangat penting karena kesalahan manusia (*human error*) merupakan salah satu penyebab utama ketidaksesuaian mutu kargo. Beberapa aspek penting dari

komponen "*Man*" antara lain seperti kurangnya pelatihan dan pemahaman serta kelelahan atau tekanan kerja yang dapat memicu kesalahan.

## 2. *Method* (Metode)

Merujuk pada prosedur atau cara kerja yang digunakan dalam penanganan muatan biosolar, penyebab *cargo off spec* dapat muncul jika prosedur operasi standar (*Standard Operating Procedure/SOP*) tidak dijalankan dengan konsisten, tidak diperbarui sesuai perkembangan karakteristik biosolar, atau kurang spesifik dalam mengatur langkah-langkah penanganan. Ketidaktepatan metode ini dapat menyebabkan kontaminasi, pencampuran yang tidak merata, atau degradasi kualitas bahan bakar selama proses transfer dan penyimpanan.

## 3. *Material* (Material)

Berkaitan dengan kualitas dan karakteristik muatan biosolar itu sendiri. Biosolar rentan mengalami perubahan mutu jika komposisi tidak sesuai standar, mengandung kadar air tinggi, FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*) berlebih, atau terkontaminasi sebelum dimuat.

## 4. *Environment* (Lingkungan)

Merujuk pada kondisi eksternal yang dapat memengaruhi mutu muatan biosolar selama proses penyimpanan. Faktor lingkungan seperti suhu tinggi, kelembapan udara, dan paparan sinar matahari dapat mempercepat terjadinya degradasi oksidatif, yaitu proses kerusakan bahan bakar akibat reaksi kimia antara oksigen dan senyawa dalam biodiesel. Yang memicu pembentukan endapan, perubahan warna, bahkan potensi

korosi pada tangki penyimpanan, sehingga berkontribusi terhadap terjadinya kondisi *cargo off spec*.

Dalam penulisan karya ilmiah terapan ini, peneliti menggunakan metode pengumpulan data secara kualitatif deskriptif, dengan pendekatan analisis data menggunakan *fishbone analysis* yang divisualisasikan melalui diagram *fishbone*. Pada tahap ini, peneliti menganalisis permasalahan yang terjadi secara mendalam, mencatat seluruh faktor yang memengaruhi, serta merumuskan langkah-langkah penanggulangan yang tepat agar permasalahan serupa tidak terulang di kemudian hari.