

**ANALISIS PENANGGULANGAN TUMPAHAN MINYAK MFO
DI LAUT AKIBAT AKTIVITAS BUNKER DI
MT GRACE POSEIDON**



ADHITYA KRISTOVAN

21.41.088

NAUTIKA

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

**ANALISIS PENANGGULANGAN TUMPAHAN MINYAK MFO
DI LAUT AKIBAT AKTIVITAS BUNKER DI
MT GRACE POSEIDON**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Pelayaran

Program Studi Nautika

Disusun dan Diajukan

Oleh

ADHITYA KRISTOVAN

21.41.088

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

SKRIPSI

ANALISIS PENANGGULANGAN TUMPAHAN MINYAK MFO DI LAUT AKIBAT AKTIVITAS BUNKER DI MT GRACE POSEIDON

Disusun dan Diajukan Oleh:

ADHITYA KRISTOVAN

NIT : 21.41.088


Telah di pertahankan didepan Panitia Ujian Skripsi

Pada tanggal, 12 Desember 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Capt. Egbert Edward Dijasasana, M.Pd., M.Mar
NIP. 196604161998081001



NUR INDAH SARI N., S.H., M.H
NIP. 198708282006042001

Mengetahui

A.n Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I

Ketua Program Studi Nautika


Capt. FAISAL SARANSI, M.T., M.Mar
NIP. 197503291999031002


SUBEHANA RACHMAN, S.A.P., M.Adm.S.D.A.
NIP. 197809082005022001

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan kasih dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **“ANALISIS PENANGGULANGAN TUMPAHAN MINYAK MFO DI LAUT AKIBAT AKTIVITAS BUNKER DI MT GRACE POSEIDON”** dengan baik.

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan bagi taruna jurusan nautika dalam menyelesaikan pendidikan pada program Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi bahasa, susunan kalimat, maupun cara penulisan serta pembahasan materi akibat keterbatasan penulis dalam menguasai materi, waktu, dan data yang diperoleh. Untuk itu penulis senantiasa menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Skripsi ini penulis persembahkan kepada kedua Orang Tua yang tercinta Bapak John Kristian dan Ibu Sofianti Kurapa senantiasa memberikan doa, semangat, kasih sayang dan cinta selama penulis menyelesaikan pendidikan. Dan ucapan terima kasih kepada diri sendiri yang sudah bersemangat untuk menyelesaikan pendidikan dari pendidikan dimulai hingga pendidikan selesai.

Selama melaksanakan penelitian ini, penulis banyak mengalami tantangan dan hambatan, namun semua dapat teratasi berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini tak uba Penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang membantu dalam proses penyelesaian ini:

1. Capt. Rudy Susanto, M.Pd. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Capt. Faisal Saransi, MT., M.Mar. selaku Pembantu Direktur I Politeknik Ilmu pelayaran Makassar.

3. Subehana Rachman,S.A.P.,M.Adm.S.D.A selaku Ketua program studi Nautika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
4. Bapak Capt. Egbert Edward Djajasasana, M.Pd.,M.Mar. selaku dosen Pembimbing I.
5. Ibu Nur Indah Sari S,SH.,MH selaku Pembimbing II
6. Seluruh Dosen Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
7. Seluruh Civitas Akademika Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
8. PT. BAHARI NUSANTARA yang telah memberikan kesempatan berharga kepada penulis untuk melaksanakan praktek laut di MT. GRACE POSEIDON
9. Kepada saudara-saudara saya Gabriel Rima Putra dan Marvel Jordan Rima terima kasih karena selalu memberikan dukungan yang tiada hentinya baik secara materi maupun non materi, yang selalu mengingatkan untuk terus semangat dalam menyelesaikan tugas akhir.
10. Sahabat penulis di bangku perkuliahan yang selalu kebersama dalam 4 tahun ini .yaitu Triton Septian dan Reizal yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Seluruh Taruna/i PIP Makassar yang telah membantu dalam memberikan semangat dalam penyelesaian skripsi ini khususnya angkatan XLII

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis khususnya. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melindungi dan memberkati kita.

Makassar, 12 Desember 2025



ADHITYA KRISTOVAN

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : ADHITYA KRISTOVAN
NIT : 21.41.088
Program Studi : NAUTIKA

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

ANALISIS PENANGGULANGAN TUMPAHAN MINYAK MFO DI LAUT AKIBAT AKTIVITAS BUNKER DI MT GRACE POSEIDON

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam skripsi ini yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 12 Desember 2025



ADHITYA KRISTOVAN

NIT: 21.41.088

ABSTRAK

ADHITYA KRISTOVAN, Analisis Penanggulangan Tumpahan Minyak Mfo Di Laut Akibat Aktivitas Bunker Di MT Grace Poseidon. (Dibimbing Oleh Egbert Edward Djajasasana dan Nur Indah Sari)

Minyak di laut yang berasal dari aktivitas *bunker* merupakan salah satu bentuk pencemaran lingkungan yang memiliki dampak serius terhadap ekosistem perairan dan kehidupan laut. Aktivitas *bunker* yang melibatkan pengisian bahan bakar kapal sering kali berpotensi menyebabkan tumpahan minyak, baik secara tidak sengaja maupun karena kelalaian dalam prosedur operasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis metode penanggulangan pencemaran minyak di laut akibat aktivitas *bunker*, serta penyebab utama tumpahan minyak ke laut.

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara langsung dengan perwira kapal (*Chief Officer* dan *Chief Engineer*), serta studi literatur. Penelitian dilaksanakan di MT. GRACE POSEIDON dalam periode Oktober 2023 hingga November 2024. Analisis data dilakukan dengan mereduksi, mendeskripsikan, dan menafsirkan data hasil pengamatan dan wawancara.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penanggulangan minyak di laut dapat dilakukan melalui berbagai pendekatan, termasuk penggunaan bahan penyerap, *dispersant*, serta teknologi bioremediasi. Selain itu, pelaksanaan *bunker* harus dilakukan menurut prosedur dan aturan yang berlaku.

Kata Kunci : penanggulangan tumpahan, minyak, mfo, *bunker*

ABSTRACT

ADHITYA KRISTOVAN, *Analysis of MFO oil spill Cauntermersure at sea due to bunker to activities at MT. GRACE POSEIDON.* (supervised by *Egbert Edward Djajasasana and Nur Indah Sari*)

Oil in the sea from bunker activities is a form of environmental pollution that has a serious impact on aquatic ecosystems and marine life. Bunker activities involving refueling ships often have the potential to cause oil spills, either accidentally or due to negligence in operational procedures. This study aims to analyze methods for dealing with oil pollution in the sea due to bunker activities, as well as the main causes of oil spills into the sea.

This study uses a qualitative method with a descriptive approach. Data was collected through observation, direct interviews with ship officers (Chief Officers and Chief Engineers), and literature studies. The research was carried out on the MT. GRACE POSEIDON in the period from October 2023 to November 2024. Data analysis is carried out by reducing, describing, and interpreting data from observations and interviews.

The results show that oil management in the sea can be carried out through various approaches, including the use of absorbents, dispersants, and bioremediation technology. In addition, the implementation of bunkers must be carried out according to the applicable procedures and rules.

Keywords : spill response, oil, mfo, bunker

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
PENGAJUAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PRAKATA	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Pengertian Pencemaran Laut	6
B. Pengaturan Pencemaran Laut	9
C. Konvensi Internasional yang Mengatur Pencemaran Laut	11
D. Minyak Bumi dan Sifat Kimia	13
E. Standar Prosedur Operasional Bunker	15
F. Dampak Pencemaran Minyak di Laut	19
G. Bahan Dan Peralatan Penanggulangan Tumpahan Minyak Di Laut	27
H. Kerangka Pikir	35
BAB III METODE PENELITIAN	35
A. Jenis Penelitian	36

B. Definisi Konsep	36
C. Teknik Pengumpulan Data	37
D. Teknik Analisis data	39
E. Unit Analisis	39
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	41
A. Hasil Penelitian	42
B. Pembahasan Hasil Penelitian	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	54
A. Kesimpulan	54
B. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	57
RIWAYAT HIDUP	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pencemaran minyak dilaut	6
Gambar 2.2. Minyak Bumi	12
Gambar 2.3. Plankton	20
Gambar 2.4. Kerang Yang Terdampak Minyak	21
Gambar 2.5. Ikan Yang Terdampak Minyak	22
Gambar 2.6. Terumbu Karang	23
Gambar 2.7. Mangrove Yang Terdampak Minyak	24
Gambar 2.8. Dampak Minyak Terhadap Burung	25
Gambar 2.9. Oil Boom	26
Gambar 2.10. Oil Skimmer	27
Gambar 2.11. Adsorben	28
Gambar 2.12. Cairan OSD	29
Gambar 2.13. Pasir	30
Gambar 2.14. Majun	31
Gambar 2.15. serbuk gergaji	32
Gambar 4.1. MT. GRACE POSEIDON	40
Gambar 4.2. Tumpahan MFO di laut	41
Gambar 4.3. OSD	47

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel Wawancara

45

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Ship Particular	55
LAMPIRAN 2 Crew List	56
LAMPIRAN 3 Sertifikat PSA	57
LAMPIRAN 4 Alat – Alat	58

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Masalah lingkungan hidup telah menjadi salah satu masalah yang paling banyak dibicarakan di tingkat dunia, di mana masalah lingkungan hidup yang muncul di suatu negara merupakan tanggung jawab dunia. Masalah-masalah tersebut meliputi pencemaran lingkungan hidup, kerusakan lingkungan hidup, dan pemanasan global. Pencemaran lingkungan hidup dapat berupa bentuk kerusakan yang disebabkan oleh aktivitas manusia maupun faktor alam. Selain membahas pencemaran, pencemaran air laut juga menjadi tantangan yang cukup besar bagi banyak negara. Laut memiliki arti dan peran yang sangat penting dalam kehidupan suatu negara. Laut berfungsi sebagai jalur transportasi yang menghubungkan berbagai belahan dunia. Melalui laut, masyarakat dari berbagai negara dapat melakukan perdagangan, mulai dari perdagangan komoditas hingga informasi.

Sepanjang sejarah, laut telah memiliki berbagai fungsi, seperti sebagai sumber makanan bagi manusia, jalur perdagangan, sarana kemenangan, tempat pertempuran, tempat hiburan, dan sebagai pemisah atau penghubung antarnegara. Laut juga memiliki arti penting untuk diteliti mengingat $\frac{2}{3}$ permukaan bumi terdiri dari laut. Pencemaran laut dapat diartikan sebagai terjadinya masuknya partikel-partikel kimia, limbah industri, limbah pertanian dan swasta, kebisingan, atau masuknya makhluk hidup asing ke dalam ekosistem laut, yang berpotensi menimbulkan dampak negatif. Dalam konteks pencemaran, banyak bahan kimia berbahaya yang berada dalam bentuk partikel-partikel kecil, yang kemudian dicerna oleh ikan-ikan kecil dan biota laut, yang sebagian besar berperan sebagai pengurai atau pengurai yang mengurai air. Dengan instrumen ini, zat-zat berbahaya yang terkumpul di lingkungan laut dapat menyebar ke dalam jaringan makanan.

Semakin panjang rantai makanan, semakin besar kemungkinan terjadinya agregasi yang berbahaya. Dalam beberapa kasus lain, banyak dari partikel kimia ini bereaksi dengan oksigen, yang terjadi di perairan yang menjadi anoksik (di mana konsentrasi oksigen di dalam air sangat rendah). Berbagai jenis dan sumber pencemar menyebabkan pencemaran air, termasuk di dalamnya adalah sumber dari aktivitas manusia maupun sumber alami. Sumber alami pencemaran air misalnya minyak dan gas alam yang bocor ke laut dan danau dari sumber di bawah tanah. Tumpahan minyak juga merupakan sumber pencemaran air lainnya. Ledakan tambang minyak menyembur dari dasar laut sampai berbulan-bulan berikutnya sampai ratusan juta galon. Tumpahan itu menghasilkan gumpalan besar di bawah laut dan tumpahan minyak di permukaan.

Salah satu contoh nyata dari kejadian tumpahan minyak dilaut yang cukup dikenal adalah insiden tumpahan minyak yang terjadi di Teluk Balikpapan pada tahun 2018. Peristiwa ini disebabkan oleh kebocoran pipa bawah laut milik salah satu perusahaan migas yang kemudian terbakar dan menyebabkan kerusakan besar pada ekosistem laut dan wilayah pesisir, termasuk hutan *mangrove* dan biota laut yang berdampak secara signifikan. Selain menyebabkan kerugian ekonomi bagi nelayan, tumpahan minyak ini juga memakan korban jiwa dan mengundang perhatian masyarakat domestik maupun luar negeri.

Salah satu contohnya adalah insiden yang terjadi pada MT. Grace Poseidon pada tanggal 16 Agustus 2024 Setelah kegiatan *bunker* selesai, selang *bunker* dilepas sebelum sisa muatan di dalamnya disedot kembali oleh pompa dari darat. Akibatnya, saat *shore connection* dibuka, minyak yang masih tertinggal di dalam selang tumpah ke lantai *deck* kapal serta tumpah ke laut, sehingga mencemari perairan di sekitar lokasi kapal bersandar.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul: "ANALISIS PENANGGULANGAN

TUMPAHAN MINYAK MFO DI LAUT AKIBAT AKTIVITAS BUNKER DI MT GRACE POSEIDON”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan ini adalah bagaimana upaya penanggulangan tumpahan minyak dilaut serta penerapan prosedur *bunker* di MT. GRACE POSEIDON.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui upaya penanggulangan pencemaran minyak yang terjadi sesuai dengan regulasi yang ditetapkan oleh MARPOL (*Marine Pollution*).

D. Manfaat Penelitian

Di dalam penelitian ini, penulis berharap akan beberapa manfaat yang dapat dicapai yaitu ;

1. Teoritis

Secara teoritis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pemikiran yang signifikan bagi pembaca, dengan tujuan memperluas wawasan mereka mengenai faktor-faktor yang menyebabkan pencemaran minyak di laut. Penelitian ini diharapkan tidak hanya menambah pemahaman tentang permasalahan tersebut, tetapi juga memberikan perspektif yang lebih dalam terkait upaya mitigasi dan pencegahannya di masa depan.

2. Praktis

a. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi sumber wawasan yang tepat dan berguna dalam upaya pencegahan pencemaran minyak di kapal. Temuan yang diperoleh diharapkan dapat memberikan

panduan yang jelas dan praktis bagi para pihak terkait dalam meningkatkan standar operasional dan kebijakan untuk mencegah terjadinya pencemaran minyak, sehingga dapat menciptakan lingkungan laut yang lebih aman dan berkelanjutan.

- b. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbang saran yang konstruktif bagi perusahaan pelayaran dalam upaya pencegahan pencemaran minyak di laut. Dengan mengidentifikasi faktor-faktor risiko dan memberikan rekomendasi terkait prosedur operasional yang lebih efisien, diharapkan perusahaan pelayaran dapat meningkatkan implementasi kebijakan pencegahan pencemaran minyak yang lebih efektif, serta mematuhi standar lingkungan yang berlaku demi menjaga keberlanjutan ekosistem laut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Pencemaran Laut

Menurut Mochtar Kusuma Atmadja Pencemaran laut adalah perubahan pada lingkungan laut yang terjadi akibat dimasukkannya bahan-bahan energi oleh manusia secara langsung maupun tidak langsung ke dalam lingkungan laut (termasuk muara sungai) , sehingga akan menimbulkan kerugian terhadap kekayaan hayati, bahaya terhadap kekayaan hayati, bahaya terhadap kesehatan manusia, gangguan terhadap kegiatan di laut termasuk perikanan dan lain-lain penggunaan laut yang wajar, pemburukan dari kualitas air laut dan menurunnya tempat-tempat permukiman dan rekreasi. (Sumber data : Mochtar Kusuma Atmadja, Bunga Rumpai Hukum Laut, Bina Cipta, Bandung, 2013, Hlm 177).

Menurut Nur Rohma (2019) diidentifikasi sebagai peristiwa partikel kimia, limbah industri, pertanian dan perumahan, kebisingan, atau penyebaran organisme invasi ke dalam laut, yang berpotensi memberi efek berbahaya.

Menurut Gembong Satria Negara (2020) Pencemaran perairan adalah suatu perubahan fisika, kimia dan biologi yang tidak dikehendaki pada ekosistem perairan yang akan menimbulkan kerugian pada sumber kehidupan kondisi kehidupan dan proses industri. Pencemaran laut diartikan dengan masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu dan/atau fungsinya. Sedangkan menurut Marissa Kartika Dewi Pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia

sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang sudah ditetapkan. Pencemaran Laut berarti berubahnya tatanan (komposisi) air laut oleh kegiatan manusia dan proses alam, sehingga kualitas air laut menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan mestinya serta dapat mengganggu kehidupan manusia, biota laut dan ekosistem laut.

Gambar 2.1. Pencemaran minyak dilaut



Sumber: <https://unair.ac.id/wp-content/uploads/2024/11/5-tumpahan-minyak-terbesar-dalam-sejarah-salah-satunya-terjadi-di-teluk-meksiko16.webp>

Walaupun pengertian pencemaran laut sangat luas ruang lingkupnya inti pokoknya dua hal:

1. Bahwa pencemaran laut disebabkan oleh perbuatan manusia dan
2. Bahaya akibat dari pada pencemaran atas kemantapan ekologis dari pada laut. Jenis zat pencemar (*pollutants* diklasifikasikan atas dasar sifat-sifat umum kimiawi atau fisika zat-zat tersebut. Jenis pencemar yang telah diklasifikasikan adalah sebagai berikut:
 - a. Halogenated hydrocarbons termasuk *polychlorinated biphenyls* dan pestisida seperti DDT.
 - b. Minyak bumi dan bahan-bahan yang dibuat dari minyak bumi
 - c. Zat kimia *organic* seperti; biotoksin laut (*marine biotoxime*) deterjen (*detergents*)
 - d. Pupuk buatan (kimia)
 - e. Zat kimia anorganik

- f. Benda-benda padat (sampah)
- g. Zat-zat radioaktif
- h. Buangan air panas (*thermal waste*). Sumber pencemar laut dapat dibagi dalam 5 golongan sebagai berikut:
 - 1) Pembuangan kotoran dan sampah dan sampah kota dan industri serta penggunaan pestisida di bidang pertanian
 - 2) Pengotoran yang berasal dari kapal-kapal laut
 - 3) Kegiatan penggalian mineral dasar laut
 - 4) Pembuangan bahan-bahan radioaktif dalam kegiatan penggunaan tenaga nuklir dalam rangka perdamaian
 - 5) Penggunaan laut untuk tujuan-tujuan militer

Menurut Retno Mastuti (2023) dalam bukunya yang berjudul “Dasar Fisiologi dan Molekuler Bioremediasi” menyebutkan bahwa Pencemaran laut disebabkan oleh banyak faktor, namun faktor terpentingnya adalah manusia. Pada saat hubungan manusia dengan lingkungan didasarkan pada asumsi bahwa manusia adalah yang terpenting, maka pada saat itu aktivitas manusia akan menyebabkan banyak pencemaran. Lautan secara historis menjadi tempat pembuangan sampah atau pencemar selama berpuluh-puluh tahun sehingga saat ini masyarakat modern berhadapan dengan masalah pencemaran laut. Kerusakan ekosistem laut akibat dari tingginya laju pencemaran memberikan dampak merugikan antara lain pada mata pencaharian, ketahanan pangan, navigasi laut, satwa liar, dan kesejahteraan masyarakat di sekitar laut. Aktivitas industri masyarakat modern dan cita-cita terhadap adanya pengelolaan lingkungan laut yang berkelanjutan seolah-olah merupakan sisi-sisi yang berseberangan.

Konsentrasi pencemar di lingkungan laut saat ini diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi global dan aktivitas industri. Misalnya, produksi plastik global meningkat sebesar 13 juta ton dalam satu tahun beriringan dengan meningkatnya

pencemaran plastik di laut. Pencemaran laut yang lain adalah industri obat-obatan. Aktivitas industri obat-obatan diperkirakan akan meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi manusia, yang mengakibatkan semakin banyaknya bahan kimia yang masuk ke laut melalui air hujan dan sungai. Pencemaran laut dapat berasal dari 3 (tiga) kelompok besar, yaitu, industri berbasis lahan pemukiman dan industri berbasis laut. Industri-industri berbasis lahan dapat menghasilkan jenis-jenis pencemar yang meliputi endapan/sedimen, nutrisi berlebih dari aktivitas pertanian (nitrogen, fosfor, dan besi), plastik (dari aktivitas pengemasan dan transportasi produk), obat-obatan untuk hewan dan pertanian, bahan kimia (pestisida pertanian, dan air limbah industri dan pertambangan) serta limbah nuklir dari listrik

B. Pengaturan Pencemaran Laut

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 1999, pencemaran laut dipahami sebagai dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau unsur lain ke dalam ke dalam komposisi lingkungan laut akibat aktivitas manusia, yang menimbulkan penurunan mutu hingga mencapai tingkat tertentu sehingga lingkungan laut tidak seimbang dengan kondisi sebenarnya. (Pramudianto 1999)

Peranan hukum dalam pengaturan pencemaran laut baik dalam arti pencegahan pencemaran maupun dalam arti hukum dari akibatnya-akibatnya. Ketentuan-ketentuan mengenai pencemaran lingkungan laut telah ditetapkan dalam sidang-sidang konferensi laut ke III dalam sidang ke 6 "*Informal Composite Single Negotiating Text*" (ICSNT) mengatur pencemaran laut dalam bagan XII (Part XII) tentang "*Protection and reservation of the marine environment*".

Ketentuan yang paling penting adalah kewajiban setiap negara untuk melindungi dan memelihara kelestarian lingkungan laut di wilayahnya, guna memastikan ekosistem laut tetap terjaga serta terhindar dari berbagai bentuk pencemaran dan degradasi lingkungan.

1. Pasal 193

Ketentuan umum kewajiban suatu negara untuk melindungi dan memelihara lingkungan lautnya.

2. Pasal 195 ayat (1)

Bahwa negara-negara akan mengambil segala tindakan yang diperlukan untuk mencegah mengurangi dan mengatasi pencemaran dari pada lingkungan laut yang berasal dari sumber apa pun dengan penggunaan untuk tujuan ini.

3. Pasal 193 ayat (3)

Bahwa tindakan-tindakan yang diambil negara tersebut di atas akan meliputi semua pencemaran laut.

Melihat ketentuan-ketentuan di atas bahwa dalam pelaksanaan hak dan kewajiban untuk mencegah dan mengatasi pencemaran lingkungan laut, negara harus bekerja sama dengan Negara-negara lain baik secara global maupun secara regional dengan negara-negara tetangga.

MARPOL (*Marine Pollution*) adalah salah satu yang paling penting di dunia internasional konvensi lingkungan laut. Ini dikembangkan oleh IMO dalam upaya untuk meminimalkan pencemaran lautan termasuk pencemaran polusi minyak dan udara. Adapun beberapa peraturan pencegahan pencemaran yang dikeluarkan oleh MARPOL:

- a. Marpol Annex I, mengatur tentang pencegahan pencemaran minyak dari kapal. Hal ini mencakup persyaratan pemisahan minyak dan air, pengelolaan minyak buangan, penggunaan perangkat keras antisipasi pencemaran minyak, dan pengangkutan minyak yang dikirim melalui kapal. Hal ini mencakup semua cairan yang mengandung minyak dan dapat dibuang ke laut. Air limbah yang diolah juga merupakan bagian dari Annex 1.

- b. Marpol Annex II, mengatur tentang pencegahan pencemaran oleh bahan kimia beracun dalam bentuk curah.
- c. Marpol Annex III, Mengatur tentang pencegahan pencemaran oleh bahan berbahaya dalam bentuk kemasan. Kemasan-kemasan yang berisi suatu bahan berbahaya diberikan tanda label yang mampu bertahan minimal tiga bulan bila jatuh ke laut dan diberi tulisan *Marine Pollutant*. Isi tulisan dari kemasan tersebut harus menggunakan nama teknis bukan nama dagang.
- d. Marpol Annex IV, Mengatur tentang pencegahan pencemaran oleh kotoran. Yang dimaksud dengan kotoran (*sewage*) dikapal adalah segala jenis limbah yang berasal dari toilet kapal, tempat buangan air besar, air buangan dari ruang medis, tempat cuci tangan (*wasrafe*) atau bak cucian, air buangan dari kotoran hewan yang hidup yang sedang dimuat, dan air limbah yang tercampur dengan kotoran yang telah dijelaskan sebelumnya.
- e. Marpol Annex V, Mengatur tentang pencegahan pencemaran oleh sampah. Yang dimaksud dengan sampah (*garbage*) adalah semua jenis sisa makanan, limbah domestik dan sisa operasional domestik kapal termasuk ikan segar, semua jenis bahan-bahan buangan dari kapal yang tidak bisa digunakan .
- f. Marpol Annex VI, mengatur tentang pencegahan pencemaran udara oleh gas buang cerobong kapal. Peraturan ini berlaku terhadap kapal yang memiliki mesin diesel dengan tenaga *output* lebih dari 130 kW. Kadar NOx yang diizinkan bagi mesin yang memenuhi peraturan Marpol 73/78.

C. Konvensi Internasional yang Mengatur Pencemaran Laut

Muhammad Amin Mangara dalam bukunya yang berjudul "Pencegahan Pencemaran Laut" (2015) Yang sangat menonjol adalah hasil usaha IMCO (*Inter Governmental Maritime Consultative Organization*) disusul oleh IAEA (*International Atomic Energy Agency*).

Konvensi-konvensi Internasional tentang pencemaran laut yang pertama terjadi atas prakarsa IMCO yaitu *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships* tahun 1954 dan diperbaharui dan ditambah di tahun 1962, 1969 dan 1971 tentang masalah pencemaran laut yang disebabkan oleh minyak yang berasal dari kapal baik yang disengaja maupun tidak.

Konvensi berusaha mencegah atau mengurangi kerugian yang ditimbulkan oleh pencemaran minyak melalui tindakan-tindakan sebagai berikut:

1. Menyusun ketentuan-ketentuan yang mengatur pembuangan minyak dari kapal.
2. Mengadakan pemasangan alat-alat (konstruksi) kapal yang mencegah pembuangan minyak (kotor) dari kapal.
3. Menyediakan tempat-tempat pembuangan minyak (kotor) di Pelabuhan-pelabuhan, terminal minyak atau tempat reparasi kapal dan
4. Menetapkan daerah-daerah laut yang dinyatakan.

Konvensi-konvensi lain yang berkaitan dengan pencemaran laut adalah konvensi Brussel tahun 1969 mengenai kerugian yang ditimbulkan Pencemaran laut oleh minyak, Konvensi-konvensi Brussel 1969 mengatur akibat kerusakan dan kerugian (*Damage*) yang ditimbulkan Negara pantai karena pencemaran laut yang disebabkan oleh kapal tangki minyak yang mengalami kecelakaan laut. Konvensi Brussel 1969 menghasilkan dua konvensi yakni:

- a. Konvensi Internasional tentang Intervensi di Laut Lepas dalam Kasus Korban Pencemaran Minyak (Hukum Publik)
- b. Konvensi Internasional tentang Tanggung Jawab Perdata atas Kerusakan Akibat Pencemaran Minyak (Hukum Perdata).

D. Minyak Bumi dan Sifat Kimia

Menurut M.S Wibisono dalam bukunya yang berjudul “Perencanaan Tanggap Darurat Penanggulangan minyak di Kawasan Pantai/Laut” menyebutkan bahwa yang dimaksud dengan minyak bumi (*crude oil*) adalah campuran dari berbagai hidrokarbon yang terdapat dalam fase cair dalam *reservoir* di bawah permukaan tanah dan yang tetap cair pada tekanan atmosfer setelah melalui fasilitas pemisah di atas permukaan.

Minyak bumi atau minyak mentah (*crude oil*) merupakan bahan galian dari perut bumi yang masih memerlukan proses lebih lanjut karena minyak bumi tersebut belum dapat digunakan secara langsung. Untuk itu dilakukan pengolahan agar didapat produk-produk yang sesuai dengan persyaratan yang ditentukan untuk masing-masing produk. Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa pengertian “fase cair” tersebut sangat bervariasi tergantung dari tingkat kekentalan (*viscosity*) yakni dari cairan yang mudah mengalir sampai cairan yang agak kental bahkan ada yang agak padat, disertai bau yang khas yang disebabkan adanya senyawa sulfida lainnya. Makin banyak jumlah molekul yang memiliki berat molekul (BM) rendah semakin rendah kekentalannya (semakin lebih encer). Tingkat kekentalan yang bisa diukur dengan satuan *centiStoke* (cst) tersebut akan meningkat pada penurunan suhu. Viskositas ini perlu diperhatikan untuk mengetahui tingkah laku minyak bumi yang berada di lingkungan perairan. Minyak bumi dengan viskositas yang mudah mengalir (viskositas rendah) akan lebih mudah menyebar bila dibandingkan dengan bersifat lebih *viskous*. Sebagai contoh misalnya daya sebar (*spreading force*) dari 1 (satu) tetes minyak Kuwait yang mempunyai viskositas rendah dapat mencapai ± 11 erg/cm². Tentu saja daya sebar tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain: tegangan permukaan dari

fase air; tegangan permukaan dari fase minyak; tegangan interfasial dari minyak dan air, arus, tiupan angin.

Gambar 2.2. Minyak bumi



Sumber: <https://irieq.blogspot.com>

Warna minyak bumi juga bermacam-macam dari warna hijau gelap ke kuning-kuningan sampai hitam pekat. Hal ini disebabkan karena dalam minyak bumi terdapat kandungan komponen yang tidak dapat disuling walaupun dalam tekanan sangat rendah, misalnya, *malthenes* dan *asphaltenes*. Komponen *asphaltenes* inilah yang mempengaruhi warna dari minyak bumi menjadi gelap, sebaliknya bila kadarnya sangat rendah maka minyak agak transparan.

Karakteristik lain untuk minyak bumi adalah *specific Gravity* (s.G) yang merupakan hasil perhitungan "Berat Jenis" (BD) minyak dalam kondisi suhu 60°F dibandingkan dengan berat jenis minyak bumi dalam lingkungan air bersuhu 60°F. Bisa dimengerti bahwa semakin kecil s.G semakin banyak komponen ringan yang terkandung di dalamnya. Hidrokarbon dalam minyak bumi merupakan komponen organik yang terdiri dari atom hidrogen (H) dan *carbon* (C) berbentuk seperti rantai dan terbagi berdasar susunan/bentuk dan sifat kimia menjadi 3 kelompok dasar yakni: Alifatik, Alisiklik, Aromatik.

Menurut Hadi prasutiyon dalam bukunya yang berjudul Bahan Bakar kapal menyebutkan bahwa MFO (*Marine Full Oil*) adalah bahan bakar minyak yang digunakan untuk pembakaran langsung di dapur-

dapur industri dan pemakaian mesin-mesin kapal. MFO merupakan bahan bakar minyak yang bukan termasuk jenis distilate, tetapi termasuk jenis residue yang lebih kental pada suhu kamar serta berwarna hitam pekat. Mutu MFO yang baik harus memenuhi batasan sifat-sifat yang tercantum pada spesifikasi dalam segala cuaca. Karena secara umum bahan bakar MFO hanya dapat dipompa dan diatomisasikan setelah melalui pemanasan terlebih dahulu.

Beberapa batasan sifat-sifat bahan bakar MFO, baik sifat fisika maupun sifat kimia yang harus dipenuhi di dalam penggunaannya adalah sifat kestabilan, kekentalan, korosifitas, kebersihan dan keselamatan. Adapun kegunaan dari MFO adalah sebagai berikut:

1. Pabrik/Industri *Boiler* (ketep uap), *Heating* (pemanas), *Drying* (pengering), *furnace* (dapur/tungku industri).
2. Industri pertanian pemanas (untuk pemanas ruangan pada musim dingin, pada negara musim dingin), pemanas tembakau (*Tobacco Heating*).
3. Industri konstruksi, mesin-mesin konstruksi, dan pemanas pabrik aspal (*asphalt plant heating*)
4. Industri lain pemanas gedung (negara beriklim dingin), bulldozer (*road transportation*).
5. Transportasi laut, mesin generator listrik dan perikanan laut bahan bakar kapal.

Minyak bakar MFO dibuat dengan cara mencampur antara residu dengan produk kilang lainnya (misalnya: *kerosene*, solar, HVGO, atau produk lainnya). Pencampuran dua produk atau lebih disebut *blending*.

E. Standar Prosedur Operasional Bunker

Menurut Kluijven (2015:4) *Bunker* adalah mensuplai kapal dengan bahan bakar, misalnya minyak lumas, air yang dapat diangkut, yang biasa dilakukan di pelabuhan. Bahan bakar digunakan untuk operasi kapal dan termasuk logistik kapal. Menurut Rully (2018), Sebagaimana

kita ketahui bersama, bahwa saat ini proses *bunkering* kapal akan membutuhkan kapal pengisi bahan bakar dan proses untuk berlabuh untuk keperluan *bunkering*.

Terdapat beberapa prosedur *bunkering* yaitu prosedur sebelum, saat *bunker*, dan sesudah *bunker*. crew kapal harus memahami dan melaksanakan semua prosedur tersebut. Berikut adalah prosedur umum *bunkering*.

1. Prosedur Sebelum Proses *Bunkering*

- a. Menyiapkan peralatan SOPEP seperti: majun, serbuk gergaji, *dispersant* dan pasir. Hal ini bertujuan untuk mencegah tumpahan minyak ketika proses *bunker*.
- b. Kepala kamar mesin (KKM) memeriksa dan menghitung tangki mana yang akan diisi bahan bakar di bantu oleh masinis 3.
- c. Jika diperlukan, mengosongkan beberapa tangki bahan bakar dan mengisi dari satu tangki ke tangki lain, yang bertujuan untuk menghindari tercampurnya dua *fuel oil* dan mencegah ketidakcocokan.
- d. Pengukuran *sounding* terhadap tangki-tangki bahan bakar selain tangki yang akan digunakan untuk *bunkering* tetap dilakukan guna pendataan kondisi aktual jumlah bahan bakar pada kapal. Hal ini dapat membantu *crew* untuk mengetahui kebocoran pada *valve* dan bahan bakar yang di transfer pada proses *bunkering* mengalir ke tangki yang tidak di peruntukan untuk *bunker*.
- e. Melakukan rapat setidaknya diadakan oleh para personel atau *crew* yang akan melaksanakan *bunker*.
- f. Pengukuran *sounding* bahan bakar dari masing-masing tangki dan pembuatan laporan.
- g. Pastikan semua *scuppers plug* dan *trays* di *deck* terpasang dengan benar guna mencegah tumpahan minyak atau air berkeandungan minyak ke laut.

- h. Menyiapkan *overflow tank* di kamar mesin yang terhubung langsung dengan *bunker tank* dan *bunker line*. Pastikan *overflow tank* dalam kondisi kosong (*empty*). Untuk menampung kelebihan bahan bakar dari *bunker tank*.
- i. Siapkan pencahayaan yang memadai di lokasi *bunker* pada malam hari.
- j. Memasang tanda dilarang merokok di dekat *bunker station*.
- k. Komunikasi di atas kapal, atau tanda-tanda dan sinyal untuk menghentikan proses *bunkering* antara petugas yang terlibat apabila terjadi kebocoran atau kesalahan pada saat proses *bunker*.

2. Prosedur Selama *Bunkering*

- a. Selama proses *bunkering*, kecepatan hisap pompa harus di maintain, hal tersebut dilaksanakan guna memeriksa apakah *fuel oil* mengalir tepat ke dalam tangki yang telah disiapkan.
- b. *Sounding* tangki harus dilakukan terlebih dahulu guna memastikan bahan bakar mengalir ke tangki yang akan di isi.
- c. Jika bahan bakar sudah dipastikan mengalir ke tangki yang tepat, selanjutnya *crew* bisa mengatur kecepatan pompa.
- d. Lakukan *sounding* secara berkala pada saat proses *bunkering* terutama saat kondisi tangki hampir penuh.
- e. Perhatikan temperatur pada saat *bunkering*, umumnya *bunker barge* akan menyediakan *bunker temperature*. Temperatur adalah parameter yang sangat penting, apabila bahan bakar yang di transfer adalah *heavy fuel* dan apabila terjadi perbedaan suhu yang menyimpang maka akan menyebabkan kekurangan pasokan *bunker*.
- f. Perhatikan aliran bahan bakar yang masuk ke botol sampel yang terdapat pada *manifold*, atur aliran supaya tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat guna mendapatkan *sample* yang bagus dari bahan bakar yang dikirim.

- g. *Crew* bertugas untuk membuka atau menutup valve menuju tangki pengisian bahan bakar, guna mengatur 21 pasokan bahan bakar yang masuk untuk mencegah terjadinya *overflow*.

3. Prosedur Setelah Proses *Bunkering*

- a. Setelah *bunkering* dipastikan selesai, lakukan *air blow* (pengaliran udara) ke *bunkering hose supply line* guna mendorong sisa bahan bakar yang ada di *bunker hose* dan *bunker line*. Pada saat melakukan *air blow* pastikan semua *sounding pipe caps* tertutup.
- b. *Recheck* jumlah bahan bakar yang diterima, hindari *disconnect bunker hose* jika jumlah bahan bakar yang dikirim belum sesuai dengan persetujuan. Apabila terdapat kekurangan bahan bakar maka *bunker barge* dapat menyetujui untuk memberikan kompensasi dan melanjutkan proses *bunkering* sampai bahan bakar yang dikirim sesuai dengan persetujuan.
- c. Periksa Kembali *draught* dan trim lalu catat
- d. *Re-sounding* semua tangki yang sudah terisi melalui proses *bunker*.
- e. *Fuel volume* harus dikoreksi lagi guna mengoreksi trim kapal, *heel* dan temperatur.
- f. *Density* dari *fuel oil* dapat berkurang sebesar 0.64 kg/m³ pada umumnya untuk setiap kenaikan derajat dari temperatur.
- g. Siapkan sebanyak 4 buah botol *sample* untuk mengirimkan *sample* bahan bakar yang sudah diambil pada saat proses *bunkering* berlangsung, 1 *sample* disimpan untuk kapal, 1 *sample* untuk *bunker barge*, 1 *sample* dikirim ke lab untuk dianalisa, 1 *sample* terakhir untuk *port state*.
- h. *Chief engineer* menerima dan menandatangani *bunker delivery note* dan jumlah *bunker* yang diterima.

- i. Apabila terdapat kekurangan jumlah bahan bakar yang diterima, maka *chief engineer* dapat membuat nota protes terhadap *bunker barge* atau *bunker supplier*.
- j. Jika semua proses sudah selesai, dapat dilakukan *disconnect hose*, membersihkan *bunker station* dan mengembalikan peralatan SOPEP ke tempat semula.

F. Dampak Pencemaran Minyak di Laut

Tumpahan minyak di laut memberikan dampak yang sangat merugikan pada ekosistem laut. Minyak yang tumpah mengandung bahan kimia berbahaya yang dapat menyebabkan kerusakan pada kehidupan laut. Ikan dan biota laut lainnya terpapar oleh bahan kimia beracun ini, yang dapat mengakibatkan kematian dan penurunan jumlah populasi mereka.

Selain itu, minyak yang tumpah dapat menyebabkan iritasi pada mata, kulit, dan saluran pernapasan, bahkan berpotensi berdampak fatal. Karena minyak berat ini sulit menguap, membersihkannya dari air laut menjadi tugas yang sulit, yang pada akhirnya menurunkan kualitas air laut. Masyarakat juga merasa cemas akan dampak jangka panjang tumpahan minyak terhadap sumber daya ikan, yang berdampak langsung pada aktivitas ekonomi mereka.

1. Dampak Kesehatan Dari Tumpahan Minyak di Laut

PAH (Polisiklik Aromatik Hidrokarbon) dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui berbagai jalur termasuk inhalasi, konsumsi, atau kontak kulit. Sejumlah besar bukti dari penelitian sebelumnya telah melaporkan risiko kesehatan manusia akibat paparan kronis terhadap PAH diperkirakan meningkatkan risiko kematian dan kerusakan sel melalui mutasi gen. Paparan senyawa hidrokarbon menyebabkan gejala seperti inflamasi dan iritasi kulit dan mata, alergi kulit, mual, diare dan muntah.

2. Mekanisme Potensi Toksisitas Tumpahan Minyak

Minyak dapat berbahaya dengan melapisi makhluk hidup dan lingkungannya secara fisik atau karena organisme tersebut menyerap hidrokarbon minyak bumi, yang dapat menimbulkan konsekuensi sistemik. Mekanisme toksisitas tumpahan minyak terhadap hewan air akan ada kaitannya dengan respons tumpahan dan penilaian dampak dalam ekosistem perairan. Karena kelimpahan relatif mereka, dan partisi separt menjadi spesies air (perubahan menjadi lebih polar), kelarutan air, senyawa aromatik kecil seperti naftalena dan alkil benzena diidentifikasi sebagai senyawa utama yang menjadi perhatian dalam tumpahan minyak dalam penyelidikan awal toksisitas minyak. Zat-zat ini ditemukan memberikan efek berbahaya mereka melalui mode aksi narkotika, mirip dengan efek seperti anestesi reversibel yang diamati pada pelarut dan molekul yang cukup polar lainnya.

PAH yang lebih besar seperti *benzo(a)pyrene* telah ditunjukkan dalam peneliti untuk dapat merangsang sistem biotransformasi oksidasi dan menghasilkan bahan kimia yang mungkin bersifat mutagenik. Studi sebelumnya mengungkapkan bahwa konformasi struktural tertentu dari PAH dapat menyebabkan toksisitas melalui mekanisme aksi unik yang dikenal sebagai toksisitas yang ditingkatkan oleh cahaya dengan adanya interaksi dengan radiasi UV dari sinar matahari. Beberapa spesies ikan menunjukkan kelainan bentuk tulang dan kondisi *edoema* yang sebanding dengan paparan dioksin setelah terpapar tumpahan minyak.

Hidrokarbon minyak bumi dapat bertindak melalui berbagai jalur dengan berbagai skala waktu dan hasil pada tingkat organisme. Untuk menentukan respon organisme terhadap tumpahan minyak bumi maka tahap kehidupan, organisme dan mekanisme toksisitas minyak merupakan faktor penting.

3. Kondisi makhluk hidup Saat Pencemaran Terjadi

Pada saat pencemaran terjadi, untuk hewan-hewan dalam kondisi tidak sehat maupun dalam kondisi kelaparan (*starvation*) akan lebih peka dibandingkan dengan hewan normal yang sehat dan gesit. Selanjutnya di bawah ini secara singkat disajikan dampak pencemar minyak terhadap beberapa jenis biota perairan Pantai/laut:

a. Biota Plankton

Menurut Winarsih (2009) Plankton merupakan biota perairan pada trofik yang paling rendah dalam ekosistem dan berperan sebagai produsen primer maupun sekunder. Pada peristiwa tumpah minyak akan terjadi pengurangan jumlah spesies dan kelimpahan karena banyak yang mengalami kematian. Bila plankton banyak mengalami kematian berarti sebagian mata rantai (*food chain*) dalam jaring makan (*food web*) mengalami gangguan karena terputus. Hal ini berarti *zooplankton* (plankton hewani) beserta larva-larva ikan yang masih tersisa hidup tidak bisa lagi mendapatkan pakan alami mereka seperti sedia kala. Kondisi pencemaran tersebut bila didiamkan begitu lama/atau tidak mendapatkan penanganan segera, akan menurunkan kualitas perairan laut sehingga tidak layak lagi sebagai tempat hidup biota

Gambar 2.1. Plankton



Sumber: <https://cdn.pixabay.com>

b. Biota Kerang-kerangan

Hewan kerang tidak seperti pada bakteri yang bisa memetabolisasi hidrokarbon minyak sebagai sumber karbon organik. Hewan kerang umumnya hidup sedenter di atas sedimen dasar perairan maupun menempel pada bagian permukaan material yang keras tidak bisa langsung melarikan diri pindah ke tempat yang lebih aman dalam waktu singkat seperti pada hewan ikan. Kerang memiliki habitat di dasar perairan, kerang hidup dengan membenamkan dirinya di bawah lumpur. Semakin banyak cemaran mikroplastik yang ditemukan pada lingkungan laut, baik mikroplastik di perairan maupun sedimen maka semakin banyak mikroplastik yang terakumulasi pada tubuh kerang. Kerang mampu bertahan hidup meski tubuhnya mengandung racun pencemar dari habitatnya yang tercemar.

Gambar 2.2. Kerang Yang Terdampak Minyak



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

c. Biota Ikan

Tumpahan minyak di laut memberikan dampak negatif yang sangat besar terhadap biota ikan. Minyak yang menyebar di permukaan air menghambat pertukaran oksigen, sehingga kadar oksigen terlarut menurun dan menyebabkan ikan kesulitan bernapas. Selain itu, kandungan bahan kimia beracun seperti hidrokarbon dalam minyak dapat masuk ke dalam tubuh ikan melalui insang, kulit, maupun pencernaan, yang berakibat pada kerusakan organ dalam seperti hati dan ginjal. Pengaruh langsung dari pencemaran minyak adalah kematian dari semua bentuk larva dan telur-telur ikan karena pengaruh fraksi larut minyak bumi. Tingkat viabilitas ikan juga mengalami penurunan sehingga jumlah populasi akan menurun serta Pertumbuhan embrio ikan dalam telur tercemar minyak juga menunjukkan abnormalitas. Lapisan minyak juga dapat menutupi permukaan insang, mengiritasi kulit, dan menimbulkan luka yang memicu infeksi. Tidak hanya itu, tumpahan minyak merusak habitat alami seperti terumbu karang dan padang lamun yang menjadi tempat berlindung serta berkembang biaknya ikan. Akibat jangka panjangnya, populasi ikan menurun, rantai makanan laut terganggu, dan ikan yang terkontaminasi menjadi berbahaya untuk dikonsumsi manusia.

Gambar 2.3. Ikan Yang Terdampak Minyak



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

d. Biota Terumbu Karang

Tumpahan minyak di laut memberikan dampak negatif yang serius terhadap biota terumbu karang. Minyak yang mengendap di permukaan air dapat menghalangi cahaya matahari yang dibutuhkan oleh alga simbiotik (*zooxanthellae*) di dalam jaringan karang untuk melakukan fotosintesis. Akibatnya, karang kehilangan sumber energi utama dan mengalami pemutihan (*coral bleaching*). Terumbu karang yang mengalami pencemaran fraksi larut minyak akan mengalami kematian karena *zoo-xanthella* banyak yang mati. Karang yang mati akan menjadi berwarna putih dan fungsi habitat untuk pembesaran ikan dan udang serta biota lainnya menjadi rusak. Selain itu, senyawa kimia beracun dalam minyak dapat merusak jaringan halus karang, menghambat pertumbuhan polip, serta mengganggu proses reproduksi dan pembentukan terumbu baru. Lapisan minyak yang menempel juga dapat menutup pori-pori karang sehingga menghambat pertukaran gas dan nutrisi. Dalam jangka panjang, kerusakan ini dapat menyebabkan kematian massal karang, menurunkan keanekaragaman hayati laut, serta mengganggu keseimbangan

ekosistem yang bergantung pada terumbu karang sebagai habitat utama.

Gambar 2.5. Terumbu Karang



Sumber: <https://resources.ceismc.gatech>

e. Vegetasi hutan *mangrove*

Menurut Syefli Ewimia Darza (2020) minyak dapat berpengaruh terhadap sistem perakaran *mangrove* yang berfungsi dalam pertukaran CO₂ dan O₂ di mana akar tersebut akan tertutup minyak sehingga kadar oksigen dalam akar akan berkurang. Tumpahan minyak di wilayah pesisir memberikan dampak negatif yang sangat merugikan bagi tumbuhan *mangrove*. Minyak yang mengendap di akar dan permukaan tanah *mangrove* dapat menghalangi pertukaran oksigen antara akar dan lingkungan sekitarnya, sehingga proses respirasi akar terganggu dan menyebabkan kematian pada jaringan tanaman. Selain itu, senyawa kimia beracun yang terkandung dalam minyak dapat merusak daun, batang, serta sistem perakaran *mangrove*, yang pada akhirnya menurunkan kemampuan fotosintesis dan pertumbuhan. Lapisan minyak yang menutupi permukaan air juga mengganggu regenerasi bibit *mangrove* karena benih dan propagul tidak dapat menempel atau tumbuh dengan baik di substrat. Dalam jangka panjang, kerusakan *mangrove* akibat tumpahan minyak dapat menyebabkan hilangnya habitat bagi

berbagai biota laut dan pesisir, mengurangi perlindungan alami pantai dari abrasi, serta menurunkan keseimbangan ekosistem pesisir secara keseluruhan.

Gambar 2.6. Mangrove Yang Terdampak Minyak



Sumber: <https://news.detik.com>

f. Burung

Tumpahan minyak di laut memberikan dampak negatif yang sangat besar terhadap kehidupan burung laut. Ketika bulu burung terkena minyak, struktur bulu yang berfungsi untuk menjaga suhu tubuh dan daya apung menjadi rusak. Akibatnya, burung kehilangan kemampuan untuk mengapung di air dan mudah mengalami hipotermia karena bulunya tidak lagi dapat menahan panas tubuh. Selain itu, saat burung mencoba membersihkan bulunya dengan paruh, minyak dapat tertelan dan menyebabkan keracunan, gangguan pencernaan, serta kerusakan organ dalam seperti hati dan ginjal. Minyak yang mencemari pantai juga dapat merusak habitat tempat burung mencari makan dan bertelur, sehingga mengganggu keberlangsungan reproduksi. Dalam jangka panjang, populasi burung laut dapat menurun drastis akibat kematian, keracunan, serta hilangnya habitat yang mendukung kehidupan mereka.

Gambar 2.7. Dampak Minyak Terhadap Burung



Sumber: <https://manajemenpembebas.wordpress.com>

G. Bahan Dan Peralatan Penanggulangan Tumpahan Minyak Di Laut

Dalam setiap kasus tumpahan sebenarnya sangat memerlukan beberapa peralatan penanggulangan dan bahan (kimia) yang harus disiapkan. Tidak semua jenis peralatan harus dimiliki sendiri secara sekaligus, tapi bisa dengan cara meminjam/menyewa dari pemilik atau bahkan bisa membuat sendiri sebagian dari peralatan tersebut dengan biaya murah dan terbuat dari bahan lokal yang banyak tersedia di sekitar kita. Tentu saja bila dikehendaki cara membeli dari vendor yang ditunjuk. Bagi pemerintah daerah penghasil migas pasti dengan mudah dijumpai keberadaan perusahaan minyak nasional atau kontraktor asing yang memiliki peralatan tersebut dan disimpan di area sekitar pelabuhan minyak (*Oil Terminal*).

Beberapa jenis peralatan dan bahan yang dimaksud serta fungsi dari masing-masing antara lain dapat disebutkan sebagai berikut:

1. Penghalang Minyak (*Oil Boom*)

Menurut Susiarni Magdalena (2024) *Oil boom* berfungsi untuk membatasi penyebaran minyak di perairan, dengan memanfaatkan *skrit, pluting, ballast, towing twin plat, dan toggles* pan untuk memastikan minyak tidak tersebar luas oleh arus air atau ombak. Penghalang minyak atau *oil boom* atau juga sering disingkat sebagai

boom, sebenarnya mempunyai 2 tipe yakni tipe khusus (digunakan di laut terbuka) yang biasanya mempunyai bagian *draft* lebih lebar, dan tipe kedua dengan bagian *draft* lebih pendek yang biasa digunakan untuk perairan lebih tenang/tidak banyak bergelombang misalnya di wilayah pantai (neritik) yang dangkal, teluk, pelabuhan. *Oil Boom* terbuat dari bahan *polyurethan* atau bahan lain yang ringan dan kedap air. Panjang *boom* bisa berkisar dari puluhan meter sampai kira-kira mencapai 100 meter lebih.

Gambar 2.8. Oil Boom



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

2. Penyedot Minyak (*Oil Skimmer*)

Menurut Fajar Sidik Pamungkas (2017) *Oil skimmer*, yaitu alat vakum sebagai pengisap contoh air laut yang tercemar minyak, dan kapal atau *Boat* yang berfungsi sebagai alat penggerak *oil skimmer*. Penggunaan alat penyedot minyak untuk kasus tumpahan minyak dilaut bukan suatu keharusan, kecuali bila menyangkut volume tumpahan yang begitu besar sehingga bila tidak menggunakan *skimmer* maka waktu yang diperlukan untuk penanggulangan menjadi lebih lama. Biasanya *skimmer* digunakan dengan tujuan selain membersihkan tumpahan yang mengapung di permukaan air dalam volume/jumlah besar juga terselip untuk tujuan komersial industri bersangkutan yakni minyak masih memungkinkan untuk bisa diolah lebih lanjut. Terdapat beberapa jenis *oil skimmer* yang

digunakan di kapal maupun di fasilitas pelabuhan, seperti *belt skimmer*, *drum skimmer*, *disk skimmer*, dan *weir skimmer*. Masing-masing jenis memiliki cara kerja yang berbeda, namun prinsipnya sama, yaitu memanfaatkan perbedaan berat jenis antara air dan minyak.

Gambar 2.9. Oil Skimmer



Sumber: <https://www.desmiro-clean.com>

3. Adsorben

Adsorben merupakan bahan (material) yang mempunyai sifat menyerap substansi minyak. Material tersebut di sekitar kita banyak jenisnya dan tersedia secara alami sehingga mudah didapat dan cukup murah harganya. Bahan-bahan yang terdiri dari Kumpulan bulu unggas, tatal kayu, sabut kelapa, ijuk, Jerami padi, Jerami ilalang, potongan kain perca di masukan ke dalam beberapa kantong kain atau bekas kantong tepung terigu atau kain kelambu yang dijahit berbentuk seperti bantal ukuran 20 x 20 cm. Adsorben memiliki peran penting dalam berbagai bidang kehidupan. Dalam industri, adsorben digunakan untuk memurnikan gas, mengeringkan udara, serta menyaring air dari kontaminan. Di bidang lingkungan, adsorben berfungsi untuk menyerap polutan seperti minyak, logam berat, dan zat berbahaya dari limbah cair maupun udara. Di atas kapal, adsorben seperti serbuk gergaji dan majun digunakan untuk menyerap tumpahan minyak agar tidak menyebar ke laut dan mencemari ekosistem perairan.

Gambar 2.10. Adsorben



Sumber: MT. Grace Poseidon

4. *Oil Spill Dispersant* (OSD)

Menurut Muhammad Adymas Hikal Fikri (2024) OSD merupakan suatu larutan kimiawi yang dapat memecah molekul molekul minyak yang tumpah tersebut menjadi partikel yang lebih kecil dan lebih mudah terurai oleh mikroorganisme laut dan proses alami lainnya, ukurannya kurang lebih 15 ppm. Secara singkat OSD memiliki larutan kimia yang terdiri dari dua komponen pokok yakni *surfactant* dan *solvent* (pelarut yang biasanya nanoromatik hidrokarbon atau *glycol eter*). Dalam *surfactant* terdapat molekul yang bersifat hidrofob yakni sifat yang tidak mau bergabung dengan komponen air dan *oliphop* yaitu sifat gampang bergabung dengan komponen air.

Namun, meskipun memiliki manfaat dalam mengurangi dampak pencemaran, penggunaan *dispersant* harus dilakukan dengan hati-hati dan sesuai prosedur untuk memastikan keselamatan lingkungan dan kesehatan manusia, terutama dalam menghindari efek samping negatif terhadap ekosistem. Menurut Husna pada jurnalnya menyebutkan bahwa Kematian ikan pada perlakuan *dispersant* juga berkaitan dengan konsentrasi oksigen terlarut dan hidrokarbon aromatik yang berasal dari pelarut *dispersant*. Seperti diketahui *dispersant* mengandung pelarut yang

berfungsi memudahkan *dispersant* melakukan penetrasi ke dalam masa minyak.

Menurut Rahardjo Binudi (2018) dalam jurnalnya menyebut bahwa Hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan bahan kimia *dispersant* yang diizinkan untuk penanggulangan tumpahan *petroleum* adalah bahan-bahan kimia yang mempunyai efektivitas dispersi baik, tidak bersifat toksik terhadap biota laut, tidak membentuk *foaming* atau stabilitas *foaming* yang rendah.

Gambar 2.11. Cairan OSD



Sumber: MT. Grace Poseidon

5. Pasir

Selain berfungsi sebagai penghambat tumpahan minyak, pasir juga dapat berfungsi sebagai penyerap minyak. Pasir laut dipilih karena kandungan silika pada pasir laut cukup tinggi, bisa mencapai lebih dari 60% dari seluruh kandungan pasir. Silika *Aerogel* dipilih sebagai adsorben karena mempunyai sifat *hidrofobik* yaitu cenderung menolak air dan *oliofilik* yang cenderung menyerap minyak, karena inilah *aerogel* dapat menyerap minyak di air laut alih-alih airnya yang terserap. Dalam beberapa kasus, lapisan pasir digunakan sebagai media filtrasi untuk menyaring air yang sudah terkontaminasi minyak sebelum dilepaskan kembali ke

lingkungan. Pasir bekerja dengan cara menahan partikel minyak dan bahan kimia lainnya di dalam pori-porinya, sehingga air yang keluar menjadi lebih bersih.

Gambar 2.12. Pasir



Sumber: <https://5.imimg.com>

6. Majun

Kain majun atau dikenal dengan kain lap mempunyai fungsi sebagai kain lab pada umumnya. Kain majun merupakan limbah industri yang berasal dari buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi industri garmen. Sisa potongan limbah yang dihasilkan pabrik *garment* mempunyai sisa bentuk kain yang berbeda-beda disebut dengan kain perca. Kain perca selanjutnya ditata dan dirangkai dengan menyambung antar bagian dari kain tersebut menjadi satu yang disebut dengan kain majun.. Biasanya terbuat dari potongan kain bekas (seperti katun, denim, atau campuran serat), kain majun digunakan dalam berbagai sektor industri maupun rumah tangga. Di lingkungan kapal, majun berfungsi penting dalam menyerap dan membersihkan tumpahan minyak, oli, bahan bakar, serta cairan lainnya di ruang mesin maupun di dek. Penggunaannya sangat praktis karena majun dapat menjangkau area sempit atau sulit dibersihkan dengan alat lain. Namun, majun yang telah terkontaminasi minyak harus dikumpulkan dan disimpan dalam wadah khusus limbah berbahaya

untuk mencegah risiko kebakaran serta pencemaran lingkungan laut.

Gambar 2.13. Majun



Sumber: MT. Grace Poseidon

7. Serbuk gergaji

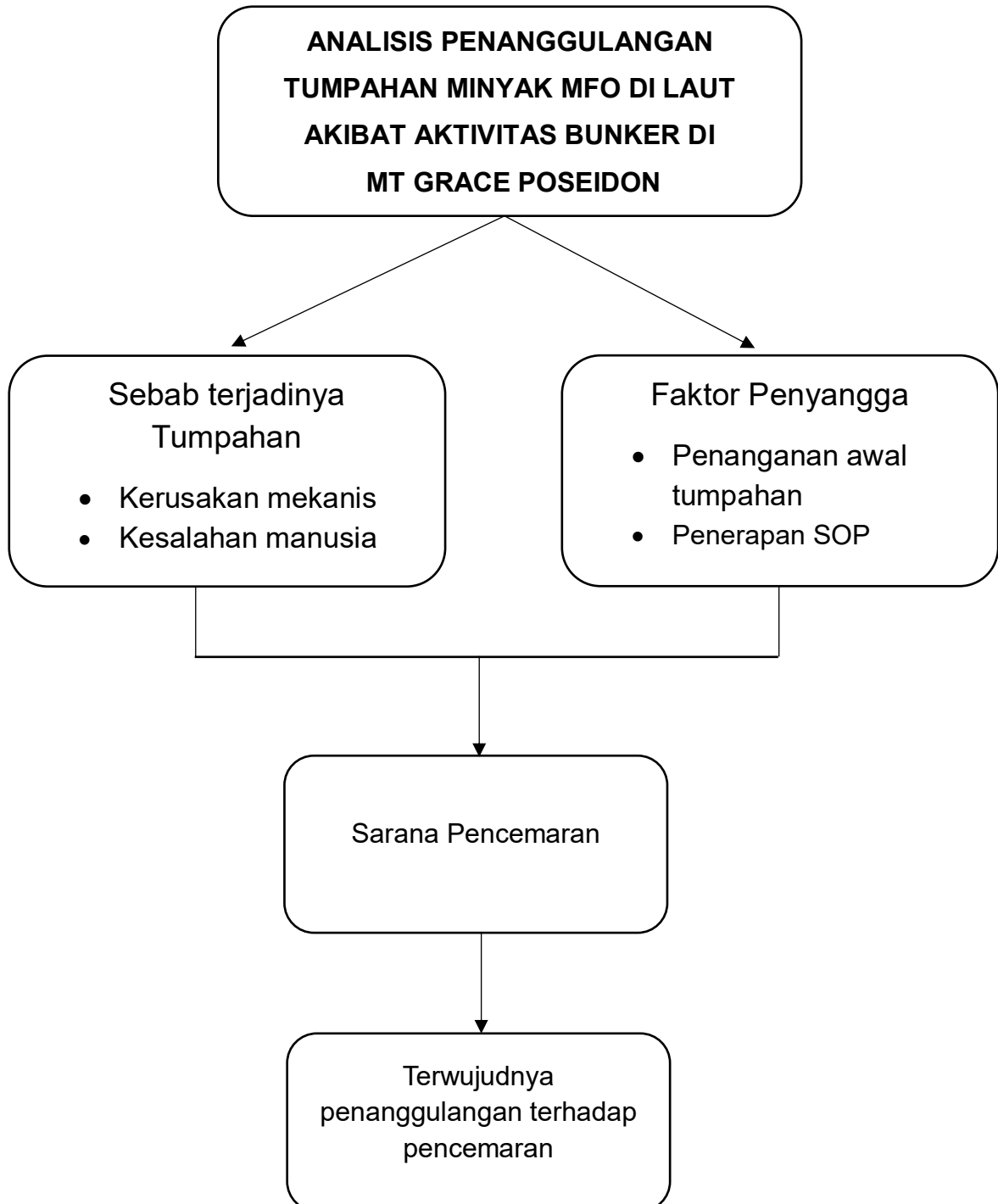
Serbuk gergaji adalah butiran kayu yang dihasilkan dari proses menggergaji. Serbuk-serbuk gergaji ini dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti limbah pertanian atau perikanan. Pemanfaatan serbuk gergaji sebagai bahan material penyerap merupakan salah satu teknologi yang murah karena bahan bakunya mudah didapat. Serbuk gergaji di atas kapal memiliki peran penting dalam upaya pencegahan dan penanggulangan tumpahan minyak (*oil spill*). Bahan ini sering digunakan sebagai penyerap alami yang efektif untuk menyerap minyak yang tumpah di dek atau area kerja kapal. Ketika terjadi kebocoran kecil dari sistem bahan bakar, mesin, atau proses bongkar muat minyak, serbuk gergaji dapat segera ditaburkan pada area yang terkena agar minyak tidak menyebar lebih luas.

Gambar 2.14. serbuk gergaji



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

H. KERANGKA PIKIR



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam skripsi ini adalah penelitian deskriptif kualitatif. Metode deskriptif kualitatif bertujuan untuk menggambarkan dan memahami secara mendalam suatu fenomena atau peristiwa tanpa menggunakan pendekatan kuantitatif (angka). Pendekatan ini menekankan pada penggalian makna, proses, dan pemahaman terhadap suatu kondisi atau kejadian berdasarkan data kualitatif seperti observasi, wawancara, dan dokumentasi.

Dalam konteks penelitian ini, metode deskriptif kualitatif digunakan untuk menganalisis penanggulangan minyak MFO di laut. Penelitian ini berfokus pada bagaimana upaya *crew* kapal dalam penanggulangan minyak yang tumpah ke laut serta peran *oil spill dispersant* dalam menghilangkan tumpahan minyak yang berada di permukaan air laut. Dengan pendekatan ini, peneliti berupaya menggali pemahaman menyeluruh mengenai mekanisme penanggulangan minyak dilaut, penggunaan SOPEP yang sesuai, dan kesiapan *crew* kapal pada saat tumpahan minyak di laut.

B. Definisi Konsep

Menurut Azwar (2017), definisi konseptual adalah sekumpulan konsep yang dianggap sebagai suatu definisi dan masih berupa konsep, maknanya masih sangat abstrak, namun maknanya masih dapat dipahami secara intuitif. Definisi konseptual diharapkan mampu menjelaskan suatu konsep tertentu sedemikian rupa sehingga maknanya lebih mudah dipahami. karena jika kita hanya memiliki definisi operasional, kita mungkin tahu bagaimana cara mengukurnya, tetapi kita tidak akan tahu apa yang kita ukur. Dari pengertian tersebut

penulis mengambil kesimpulan dari definisi konsep analisis penanggulangan tumpahan minyak dilaut akibat aktivitas *bunker* di atas MT. GRACE POSEIDON adalah sebagai penanggulangan tumpahan minyak dilaut akibat aktivitas *bunker* di atas MT. GRACE POSEIDON sesuai SOP yang berlaku.

C. Teknik Pengumpulan Data

Masalah menjadi penentu arah dan mempengaruhi pemilihan metode pengumpulan data selama penyusunan skripsi ini Masalah menjadi penentu arah dan mempengaruhi pemilihan metode pengumpulan data selama penyusunan skripsi ini. Dalam kasus seperti ini, peneliti harus bersedia untuk mengubah atau menukar masalah yang ingin dipecahkan. Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup berbagai macam informasi yang lengkap dan praktis. Dalam penjelasan penyusunan skripsi ini, akan diuraikan tentang teknik-teknik yang digunakan dalam pengumpulan data, sebagai berikut:

1. Metode Observasi

Observasi adalah metode pengumpulan data di mana orang melihat keadaan atau perilaku objek sasaran dan kemudian mencatatnya secara sistematis. Orang yang melakukan observasi disebut mengobservasi (*observer*), dan pihak yang diamati disebut terobservasi. Dalam pengertian yang lebih sederhana, observasi sering kali disebut sebagai metode pengamatan. Secara ringkas, metode observasi merupakan cara pengumpulan data yang melibatkan pencatatan cermat dan sistematis terhadap fenomena yang diamati. Penting untuk diingat bahwa kegiatan mengamati tidak boleh dianggap remeh oleh pengamat, karena memerlukan ketelitian dan keseriusan yang tinggi. Dalam konteks penelitian di MT. GRACE POSEIDON tentang peristiwa penanggulangan tumpahan minyak

MFO di laut peneliti melakukan pengamatan selama periode 17 Oktober 2023 hingga 16 November 2024

2. Metode Wawancara

Wawancara adalah proses percakapan tatap muka yang bertujuan untuk mendapatkan informasi akurat, menafsirkan dan mengevaluasi kepribadian seseorang, atau untuk konseling atau penyuluhan. Peneliti menggunakan metode wawancara ini untuk mengajukan pertanyaan langsung kepada *crew* yang menangani proses *bunker* di atas kapal. serta kepada mualim lain yang memiliki pengetahuan tentang permasalahan yang diteliti.

Adapun tujuan utama dari wawancara adalah untuk memperoleh data aktual secara langsung mengenai secara pelaksanaan pemuatan. Wawancara ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna dalam mengumpulkan data dan mendapatkan jawaban atas berbagai permasalahan yang belum dipahami atau belum diketahui oleh peneliti dalam penelitian skripsi ini.

3. Dokumentasi

Data diperoleh melalui penelusuran arsip, surat-surat, dan file yang tersimpan di atas MT. GRACE POSEIDON Data tersebut merupakan informasi konkret yang memberikan gambaran nyata tentang kejadian yang terjadi di atas kapal. Selain itu, data tersebut telah 43 didokumentasikan dan dilaporkan kepada perusahaan.

Studi pustaka adalah tahap dalam penelitian yang didasarkan pada catatan dari jurnal *Bridge* MT. GRACE POSEIDON dengan tujuan untuk meningkatkan materi diskusi dan sebagai dasar untuk menggunakan rumus tertentu untuk menganalisis dan merancang struktur khusus. Studi pustaka juga merupakan langkah penting untuk mendapatkan informasi penting dari penelitian sebelumnya tentang subjek atau masalah yang sedang atau akan diteliti.

D. Teknik Analisis data

Metode penelitian yang diterapkan dalam studi ini adalah metode kualitatif deskriptif, yang bertujuan untuk mengungkapkan fakta-fakta aktual di lapangan secara komprehensif melalui proses pendeskripsian, pencatatan, analisis, dan interpretasi data. Setelah memulai tahap analisis, dilakukan kegiatan praktikum laut di atas kapal guna memperoleh pemahaman empiris terkait situasi nyata, yang didasarkan pada bekal konseptual hasil kajian literatur. Langkah selanjutnya meliputi proses identifikasi terhadap permasalahan yang muncul, diikuti dengan penentuan tujuan spesifik dari isu yang ditemukan. Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, metode penelitian yang paling tepat dapat dipilih dan diterapkan secara sistematis.

Berdasarkan hasil yang diperoleh melalui tahapan-tahapan sebagaimana telah diuraikan sebelumnya, data yang berkaitan dengan objek penelitian dapat dihimpun secara sistematis. Data yang terkumpul kemudian diolah dengan mengacu pada kerangka teori yang telah ditetapkan sejak awal penelitian. Setelah proses pengolahan selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dengan membandingkan hasil temuan dengan teori yang relevan guna memperoleh interpretasi yang akurat.

E. Unit Analisis

1. Populasi

Populasi dalam konteks penelitian didefinisikan sebagai keseluruhan objek yang menjadi fokus kajian, mencakup makhluk hidup, benda mati, gejala, nilai uji, atau peristiwa yang secara representatif menggambarkan karakteristik tertentu dalam suatu studi (Sinaga Demeria, 2014). Pada penelitian ini, populasi yang dipilih meliputi seluruh awak kapal (*crew* kapal) sebagai sumber data utama. Objek dalam populasi ini diamati secara mendalam, hasil

pengamatannya dianalisis secara komprehensif, kemudian disimpulkan. Kesimpulan yang diperoleh diharapkan berlaku secara umum bagi seluruh populasi dalam konteks pencegahan tumpahan minyak dari kapal ke laut.

2. Sampel

Sampel dalam penelitian merujuk pada bagian atau segmen tertentu dari populasi yang dipilih untuk dijadikan sumber data, di mana karakteristik sampel tersebut diharapkan mencerminkan karakteristik keseluruhan populasi (Sugiono, 2017:81). Sampel yang ideal adalah sampel yang bersifat representatif, yakni mampu menggambarkan dengan akurat karakteristik yang dimiliki oleh populasi secara keseluruhan. Dalam konteks penelitian ini, responden yang dipilih adalah para awak kapal, khususnya yang memiliki pemahaman mendalam mengenai pencegahan pencemaran minyak dari kapal ke laut, yang dalam hal ini adalah *Chief Officer*.