

**STUDI IMPLEMENTASI MARPOL 73/78 ANNEX I PADA
KAPAL DI PELABUHAN BERUKURAN KECIL : STUDI KASUS
PADA PELABUHAN BIRINGKASSI**

*Study of the Implementation of MARPOL 73/78 Annex I for Ships in
Small Size of Seaport: The Case of the Biringkasi Seaport*

ARNALDY ACHMADITA

D052171001



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

**STUDI IMPLEMENTASI MARPOL 73/78 ANNEX I PADA
KAPAL DI PELABUHAN BERUKURAN KECIL : STUDI KASUS
PADA PELABUHAN BIRINGKASSI**

*Study of the Implementation of MARPOL 73/78 Annex I for Ships in
Small Size of Seaport: The Case of the Biringkasi Seaport*

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Teknik Perkapalan

Disusun dan diajukan oleh

ARNALDY ACHMADITA

D052171001

Kepada

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

LEMBAR PENGESAHAN TESIS**STUDI IMPLEMENTASI MARPOL 73/78 ANNEX I PADA KAPAL
DI PELABUHAN BERUKURAN KECIL : STUDI KASUS PADA
PELABUHAN BIRINGKASSI**

Disusun dan diajukan oleh

ARNALDY ACHMADITA ALFA PUTRA
Nomor Pokok D052171001

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

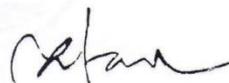
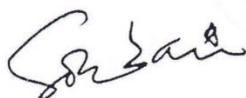
pada tanggal 10 Februari 2021

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT.
Nip. 19730206 200012 1 002

Dr. A. Sitti Chairunnisa M., ST., MT.
Nip. 19720818 199903 2 002

**Ketua Program Studi
Magister Teknik Perkapalan**

**Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin**



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Arnaldy Achmadita Alfa Putra
Nim : D052171001
Program Studi : Teknik Perkapalan
Jenjang : S2 Magister

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

***“ Studi Implementasi Marpol 73/78 Annex I pada Kapal di Pelabuhan Berukuran Kecil :
Studi Kasus pada Pelabuhan Biringkassi.”***

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Tesis yang saya tulis ini benar - benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagai atau keseluruhan Tesis ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 02 Februari 2021



Yang Menyatakan

Arnaldy Achmadita Alfa Putra

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa dengan selesainya tesis ini.

Gagasan yang melatari tajuk permasalahan ini timbul dari hasil pemikiran penulis mengenai Pencegahan Pencemaran Dari Kapal di Kabupaten Pangkep. Penulis bermaksud menyumbangkan beberapa masukan dan pandangan terhadap kejadian-kejadian tersebut.

Banyak kendala yang dihadapi oleh penulis dalam rangka penyusunan tesis ini, yang hanya berkat bantuan berbagai pihak, maka tesis ini selesai pada waktunya. Dalam kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan terima kasih kepada Dr. Eng. Suandar Baso, ST.MT. sebagai Ketua Komisi Penasihat dan Dr. A. Chairunnisa, ST. MT., selaku anggota komisi penasihat yang telah banyak memberikan masukan mulai pengembangan minat sampai terhadap permasalahan penelitian ini, pelaksanaan penelitiannya sampai dengan penulisannya dan Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dosen penguji Dr. Ir. Ganding Sitepu.Dip.Ing., Dr.Ir. Hj. Misliah, MS.Tr, Dr. Chaerul Patonoan, ST. MT Terima kasih juga penulis sampaikan kepada teman-teman mahasiswa S1 Teknik Perkapalan dan rekan-rekan kuliah S2 Teknik Perkapalan yang telah banyak membantu dalam rangka pengumpulan data dan informasi dan terimakasih kepada keluarga saya yang telah memberikan support yang tinggi. Terakhir ucapan terima kasih juga disampaikan kepada mereka yang namanya tidak tercantum tetapi telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Gowa, __ Februari 2021

Arnaldy Achmadita

ABSTRAK

ARNALDY ACHMADITA , Studi Implementasi MARPOL 73/78 Annex I Pada Kapal Di Pelabuhan Berukuran Kecil: Studi Kasus Pada Pelabuhan Biringkasi dibimbing oleh Suandar Baso, A.St.Chairunnisa.

Lingkungan laut harus dijaga dan dilestarikan di seluruh dunia. Pada kondisi berlayar dan di pelabuhan, sebuah kapal memiliki sumber-sumber polusi seperti gas buang, minyak, sampah, dan lain-lain. Oleh karena itu, MARPOL Annex I mengatur untuk meminimalkan polusi di laut dimana aturan ini persyaratan pembuangan untuk pencegahan polusi minyak dan bahan-bahan minyak. Aktivitas kapal-kapal di pelabuhan berukuran kecil dan di daerah terpencil terkadang tidak termonitor dengan baik terkait polusi. Penelitian ini mendeskripsikan implementasi MARPOL 73/78 Annex I untuk kapal-kapal di pelabuhan ukuran kecil dimana studi kasus di pelabuhan Biringkasi. Implementasi MARPOL Annex I dianalisis dengan menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif untuk beberapa kapal di Pelabuhan Biringkasi. Pendekatan observasi dilakukan di atas kapal dan di lingkungan laut kapal terdekat. Wawancara dilakukan langsung kepada kru dengan formulir kuisisioner mengikuti persyaratan MARPOL Annex. Untuk metode kuantitatif, bobot dalam setiap item persyaratan MARPOL Annex I ditentukan berdasarkan skor setiap item dibagi skor item keseluruhan (100%). Metode SWOT digunakan untuk mendapatkan strategi rencana pengembangan untuk implementasi MARPOL Annex I. Dari hasil yang diperoleh, beberapa item persyaratan MARPOL Annex I untuk semua kapal berdasarkan observasi dan wawancara tidak mengikuti persyaratan. seperti tangki untuk residu minyak/lumpur (Peraturan 12), sambungan pembuangan standar (Peraturan 13), peralatan penyaring minyak (Peraturan 14), pengendalian pembuangan minyak (Peraturan 15), dan buku catatan minyak (Peraturan 17). Item tangki untuk residu minyak/lumpur meliputi panjang pelayaran (4,0%) dan sambungan perpipaan (1,10%). Untuk koneksi pelepasan standar, itemnya adalah koneksi pelepasan (1,10%). Peralatan filter oli adalah pengaturan alarm (3,50%). Pengendalian pembuangan minyak meliputi pembuangan di luar daerah khusus (0,90%) dan pembuangan di daerah khusus (3,30%). Selain itu, untuk buku catatan minyak, item-item tersebut antara lain air pembersih dari tangki bahan bakar minyak (1,20%), pembuangan residu minyak (3,60%), pembuangan ke laut (3,60%), pencatatan penuh tanpa penundaan (3,70%), dan kegagalan dari peralatan penyaringan oli (3,30%). Walaupun implementasi MARPOL Annex I terlihat cukup berhasil, namun strategi rencana pengembangan yang ingin dicapai tetap harus dijalankan secara penuh. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari metode SWOT, maka strategi rencana pengembangan implementasi MARPOL Annex I ditujukan pada unsur kekuatan dan peluang (SO) serta peningkatan pengetahuan dan keterampilan para awak kapal melalui pemberian buku MARPOL Annex I, kelas pendidikan, dan pelatihan.

Kata Kunci: *MARPOL 73/78 Annex I, Pelabuhan Kecil, Polusi Minyak, Metode SWOT*

ABSTRACK

ARNALDY ACHMADITA , Study of the Implementation of MARPOL 73/78 Annex I for Ships in Small Size of Seaport: The Case of the Biringkasi Seaport , (supervide by Suandar Baso dan A.St.Chairunnisa)

The marine environment must be maintained and preserved over the world. In voyage condition and port, a ship has polluting sources such as exhaust gas, oil, garbage, etc. Therefore, MARPOL Annex I require to minimize pollution of the seas from wherein its details the discharge requirements for the prevention of pollution by oil and oily materials. The activity of ships in the small size of seaports and remote areas are sometimes not well monitored due to the pollution. This present study describes the implementation of MARPOL 73/78 Annex I for ships in small size of seaport wherein the study case was subjected to ship activity in the Biringkasi seaport. The implementation of MARPOL Annex I was analysed by using qualitative and quantitative methods for several ships in the Biringkasi seaport. The observation approach was carried out onboard and in the sea environment nearest ships. The interview was conducted directly to the crews by the questionnaire form following the requirements of MARPOL Annex. For the quantitative method, the weight in each item of the MARPOL Annex I requirements was determined and is defined as the score of each item divided by the overall item score (100%). The SWOT method was used for obtaining a strategy for the development plan in the implementation of the MARPOL Annex I. By the results obtained, several items of the requirements of MARPOL Annex I for all ship based on the observation and interview did not follow the requirements such as the tanks for oil residue/sludge (Regulation 12), standard discharge connection (Regulation 13), oil filtering equipment (Regulation 14), control of discharge of oil (Regulation 15), and oil record book (Regulation 17). The items of tanks for oil residue/sludge include the voyage length (4.0%) and piping connection (1.10%). For the standard discharge connection, the items are the discharge connection (1.10%). The oil filtering equipment is the alarm arrangements (3.50%). The control of discharge of oil is the discharges outside special areas (0.90%) and discharges in special areas (3.30%). Besides, for the oil record book, the items include the cleaning water from oil fuel tanks (1.20%), disposal of oil residues (3.60%), discharge overboard (3.60%), fully recorded without delay (3.70%), and failure of the oil filtering equipment (3.30%). Although the implementation of MARPOL Annex I seems quite successful, the strategy of the development plan to achieve remains to be carried out fully. By the result obtained of the SWOT method, the strategy of the development plan of the implementation of MARPOL Annex I is addressed to the element of strength and opportunity (S-O) as well as the improvement of the knowledge and skill for the crews through providing the book of MARPOL Annex I, education, and training class.

Keywords: *MARPOL 73/78 Annex I, Small Seaport, Oil Pollution, SWOT Method*

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| PRAKATA | v |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xi |
| A. LATAR BELAKANG | 1 |
| B. RUMUSAN MASALAH | 3 |
| C. TUJUAN PENELITIAN | 4 |
| D. MANFAAT PENELITIAN | 4 |
| E. BATASAN MASALAH | 5 |
| F. PENELITIAN TERDAHULU | 5 |
| G. SISTEMATIKA PENULISAN | 6 |
| BAB II | 8 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 8 |
| A. MARPOL 73/78 | 8 |
| A.1. MARPOL 73/78 ANNEX I | 11 |
| B. PENCEMARAN LAUT. | 13 |
| C. JENIS-JENIS KAPAL BARANG | 15 |
| D. PELABUHAN | 18 |
| E. PENCEGAHAN DAN PENANGGULANGAN PENCEMARAN | 20 |
| F. KERANGKA PIKIR | 23 |
| BAB III | 27 |
| METODE PENELITIAN | 27 |
| A. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN | 27 |
| B. JENIS DAN SUMBER DATA | 27 |
| C. PENDEKATAN DAN JENIS PENELITIAN | 28 |

| | | |
|------|--|----|
| D. | TEKNIK PENGAMBILAN DATA | 29 |
| E. | TEKNIK ANALISA | 30 |
| E.1. | PENENTUAN ELEMEN DAN SUB ELEMEN PENILAIAN ANNEX I MARPOL 73/78 | 30 |
| E.2. | PENILAIAN ELEMEN DAN SUB ELEMEN IMPLEMENTASI ANNEX I MARPOL 73/78 | 31 |
| E.3. | PENENTUAN STRATEGI IMPLEMENTASI ANNEX I MARPOL 73/78 | 31 |
| F. | ALUR PENELITIAN | 37 |
| | BAB IV | 38 |
| | HASIL DAN PEMBAHASAN | 38 |
| A. | HASIL PENELITIAN | 38 |
| A.1. | PENENTUAN ELEMEN DAN SUB ELEMEN ANNEX I MARPOL 73/78 | 38 |
| A.2. | PEROLEHAN DATA | 39 |
| A.3. | PENILAIAN IMPLEMENTASI ANNEX I MARPOL 73/78 | 40 |
| B. | PERMASALAHAN IMPLEMENTASI MARPOL 73/78 ANNEX I | 42 |
| C. | STRATEGI IMPLEMENTASI FAKTOR ANNEX I MARPOL 73/78 | 47 |
| C.1. | ANALISIS SWOT | 47 |
| | BAB V | 57 |
| | PENUTUP | 57 |
| A. | KESIMPULAN. | 57 |
| B. | SARAN. | 58 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 59 |
| | LAMPIRAN-LAMPIRAN | 62 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--------------------------------------|----|
| GAMBAR 1. KAPAL CONTAINER | 15 |
| GAMBAR 2.KAPAL GENERAL CARGO | 16 |
| GAMBAR 3.KAPAL TANKER | 17 |
| GAMBAR 4.KAPAL BULK CURRIER | 18 |
| GAMBAR 5. KERANGKA PIKIR PENELITIAN | 23 |
| GAMBAR 6.KUANDRAN ANALISIS SWOT | 34 |
| GAMBAR 7.ALUR PENELITIAN | 37 |
| GAMBAR 8.HASIL ANALISIS KUADRAN SWOT | 48 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| TABEL 1. CONTOH MATRIKS PENILAIAN IMPLEMENTASI ANNEX I MARPOL 73/78 | 31 |
| TABEL 2. CONTOH PENILAIAN RETING FAKTOR INTERNAL | 33 |
| TABEL 3. CONTOH PENILAIAN RETING FAKTOR EKSTERNAL | 33 |
| TABEL 4. ELEMEN DAN SUB-ELEMEN | 38 |
| TABEL 5. HASIL PEROLEHAN KUSIONER | 39 |
| TABEL 6. PENILAIAN IMPLEMENTASI MARPOL 73/78 ANNEX I. | 40 |
| TABEL 7.MATRIKS INTERNAL FACTOR ANALYSIS SUMMARY (IFAS). | 47 |
| TABEL 8.MATRIKS EKSTERNAL FACTOR ANALYSIS SUMMARY (EFAS). | 47 |
| TABEL 9.MATRIKS SWOT | 56 |

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Laut merupakan suatu wilayah yang kaya dengan sumber daya alam termasuk keanekaragaman sumber daya hayati yang kesemuanya dapat dimanfaatkan untuk kemakmuran dan kesejahteraan masyarakat, sehingga dapat dikatakan lautan merupakan bagian penting dari kelangsungan hidup manusia. Dapat dibayangkan jika lautan kita tercemar/rusak. Oleh karena itu, semua komponen negara bertanggung jawab dan wajib melestarikan kondisi dan keberadaan laut sesuai wujudnya termasuk di dalamnya mencegah pencemaran.

Pencemaran terhadap lingkungan, khususnya lingkungan laut dapat menyebabkan kematian dan kerusakan atas mahluk-mahluk hidup yang ada di laut, seperti ikan, terumbu karang, dan kekayaan laut lainnya. Dalam hal ini utamanya ikan, ikan merupakan sumber makanan bergizi yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia untuk hidup di bumi.

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No. 29 Tahun 2014 tentang Pencegahan Pencemaran Lingkungan Maritim pasal 1 disebutkan bahwa pencemaran dari kapal adalah kerusakan pada perairan dengan segala dampaknya yang diakibatkan oleh tumpahnya atau keluarnya bahan yang disengaja atau tidak disengaja berupa minyak, bahan cair beracun, muatan berbahaya dalam kemasan, kotoran, sampah dan udara dari kapal.

Diperjelas juga oleh Sudrajad (2006) bahwa sumber-sumber utama pencemaran laut yaitu pembuangan minyak dari proses penggunaan di kapal, pengeboran lepas pantai maupun akibat kecelakaan kapal.

Khususnya pembuangan air yang bercampur dengan minyak dari proses penggunaan di kapal, dalam Marpol 73/78 Annex I telah diatur cara untuk mencegah pencemaran yang berasal dari kapal tanker dan selain kapal tanker. Sebagai komitmen atas pelaksanaan Marpol 73/78, pemerintah telah meratifikasinya melalui Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 46 Tahun 1986 tentang pengesahan *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships 1973* beserta protokol (*The Protocol of 1978 Relating to The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973*).

Meski telah terdapat peraturan yang mengatur pencemaran laut baik skala hukum internasional maupun hukum nasional, pencemaran laut masih terus terjadi. Pencemaran minyak yang paling sering terjadi dari kapal bersumber dari bilga atau got yang terkadang secara langsung atau tanpa melalui mesin *oil water separator* (OWS) dipompakan atau dibuang ke laut. Dalam ketentuan Marpol 73/78 Annex I disebutkan bahwa air got yang dipompakan ke laut terlebih dahulu harus melalui mesin pemisah air dan minyak (OWS) dan kandungan minyak buangan ke laut tidak melebihi 15 ppm. Namun pada kenyataannya, banyak buangan bilga ilegal yang tidak memenuhi aturan dibuang ke laut (Sudrajad, 2006).

Dengan permasalahan yang telah dijelaskan di atas sangatlah penting dilakukan sebuah kajian terkait dengan pencegahan pencemaran

minyak di laut yang terbuang dari ruang mesin kapal, sehingga penerapan peraturan dalam Marpol 73/78 Annex I maupun Kepres RI No. 46 Tahun 1986 yang di dalamnya mengatur penanganan air got sebelum dibuang ke laut penting dikaji sebagai komitmen untuk mencegah terjadinya pencemaran dan kepatuhan terhadap peraturan yang ada.

Dalam rangka melaksanakan kajian atau penelitian sebagaimana dijelaskan sebelumnya, objek penelitian diarahkan pada kapal-kapal yang bersandar di Pelabuhan Khusus Biringkassi. Pelabuhan Biringkassi merupakan pelabuhan khusus milik PT. Semen Tonasa. Pelabuhan Biringkassi adalah satu tempat dari 9 Unit Pengantongan Semen milik PT. Semen Tonasa yang berguna sebagai pendukung jaringan distribusi Semen Tonasa di daerah untuk memasarkan produknya. Kapal-kapal yang menjadi objek penelitian di pelabuhan adalah kapal barang. Selain karena letaknya jauh dari pusat ibukota Propinsi Sulawesi Selatan dan statusnya bukan pelabuhan utama, kapal-kapal yang bersandar di Pelabuhan Biringkassi juga memenuhi persyaratan yang ada dalam Marpol 73/78 Annex I yaitu selain kapal tanker dengan spesifikasi minimal 400 GT.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Apa saja kendala yang dihadapi oleh kapal-kapal yang bersandar di Pelabuhan Biringkassi dalam penerapan Marpol 73/78 Annex I?
2. Faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab dalam rangka penerapan Marpol 73/78 Annex I?
3. Bagaimana solusi pengembangan penerapan dan pelaksanaan MARPOL 73/78 Annex I di Pelabuhan Biringkassi?

C. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menemukan kendala yang dihadapi oleh kapal-kapal di Pelabuhan Biringkassi dalam penerapan Marpol 73/78 Annex I.
2. Menemukan faktor-faktor yang menjadi penyebab dalam rangka penerapan Marpol 73/78 Annex I ?
3. Menyusun sebuah strategi dalam peningkatan penerapan dan pelaksanaan MARPOL 73/78 Annex I di Pelabuhan Biringkassi.

D. MANFAAT PENELITIAN

Hasil dari penelitian ini berguna untuk :

1. Sebagai tambahan informasi dalam upaya pencegahan pencemaran minyak dari kapal di laut akibat operasional kapal.
2. Menambah wawasan dalam rangka pencegahan pencemaran minyak dari kapal di laut.

3. Sebagai salah satu persyaratan kelulusan pada Progam Pasca Sarjana Fakultas Teknik Perkapalan Universitas Hasanuddin.

E. BATASAN MASALAH

Penelitian yang dilakukan meliputi hal-hal berikut :

1. Marpol 73/78 Annex I dalam penelitian ini, tidak membahas konstruksi kapal.
2. Namun membahas kegiatan operasional ruang mesin kapal non tanker.
3. Menggunakan Analisa SWOT dalam analisisnya.
4. Lokasi penelitian di Pelabuhan Khusus Biringkassi.
5. Objek penelitian yakni awak atau crew mesin kapal yang bersandar di Pelabuhan Khusus Biringkassi.

F. PENELITIAN TERDAHULU

Beberapa penelitian mengenai pencegahan pencemaran laut telah banyak dikaji baik di dalam maupun luar negeri antara lain Akpama OI (2017) telah menguji efektivitas dari pengimplementasian konvensi MARPOL 73/78 di Nigeria. Malisan J. (2011) telah mengkaji pencemaran lingkungan laut dari kapal dalam Rangka Penerapan PP 21 Tahun 2010, dan (Sudrajad A., 2006). Kedua penelitian diatas, membahas tentang

pencemaran laut oleh minyak yang diakibatkan kecelakaan kapal tanker. Kemudian Jarzemskis dan Jarzemskiene (2016) telah memodelkan sebuah penilaian terhadap implementasi MARPOI 73/78 di Pelabuhan Laut Baltic, namun studi ini difokuskan pada Annex IV. Penelitian-penelitian diatas menjadi salah satu sumber informasi atau referensi bagi penulis dalam melaksanakan penelitian ini.

G. SISTEMATIKA PENULISAN

Tesis ini disusun menjadi beberapa bagian untuk mendapatkan alur penulisan yang jelas dan sistematis, yaitu:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan dilakukannya penelitian, manfaat yang didapatkan dari penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan pustaka-pustaka yang terkait berupa teori pencemaran laut, pencegahan dan penanggulangan pencemaran, regulasi, kerangka pikir, sumber tumpahan minyak dari kapal.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini, rancangan penelitian, lokasi penelitian, sumber data, penyajian data, dan tahapan penelitian telah dijelaskan secara sistematis.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan analisa data, pembahasan dari hasil analisa data, serta formulasi dan penyusunan strategi berkaitan pelaksanaan dan penerapan Marpol 73/78 Annex I di Pelabuhan Biringkassi.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian dan saran-saran yang telah diperoleh dari proses penelitian dan juga terkait dengan hasil penelitian untuk dapat dikembangkan lagi.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN – LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. MARPOL 73/78

Sejak peluncuran kapal pengangkut minyak yang pertama GLUCKAUF pada tahun 1885 dan penggunaan pertama mesin diesel sebagai penggerak utama kapal tiga tahun kemudian, maka fenomena pencemaran laut oleh minyak mulai muncul. Baru pada tahun 1954 atas prakarsa dan pengorganisasian yang dilakukan oleh Pemerintah Inggris (UK), lahirlah "Oil Pollution Convention, yang mencari cara untuk mencegah pembuangan campuran minyak dan pengoperasian kapal tanker dan dari kamar mesin kapal lainnya. Sebagai hasilnya adalah sidang IMO mengenai "international Conference on Marine Pollution" dari tanggal 8 Oktober sampai dengan 2 Nopember 1973 yang menghasilkan "international Convention for the Prevention of Oil Pollution from Ships" tahun 1973, yang kemudian disempurnakan dengan TSP (Tanker Safety and Pollution Prevention) Protocol tahun 1978 dan konvensi ini dikenal dengan nama MARPOL 1973/1978 yang masih berlaku sampai sekarang. Definisi mengenai "Ship" dalam MARPOL 73/78 adalah sebagai berikut :

"Ship means a vessel of any type whatsoever operating in the marine environment and includes hydrofoil boats, air cushion vehicles, submersibles, fishing Craft and fixed or floating platform".

Jadi "Ship" dalam peraturan lingkungan lingkungan maritim adalah semua

jenis bangunan yang berada di laut apakah bangunan itu mengapung, melayang atau tertanam tetap di dasar laut.

Peraturan mengenai pencegahan berbagai jenis sumber bahan pencemaran lingkungan maritim yang datangnya dari kapal dan bangunan lepas pantai diatur dalam MARPOL Convention 73/78 Consolidated Edition 1997 yang memuat peraturan :

1. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships 1973.

Mengatur kewajiban dan tanggung jawab Negara-negara anggota yang sudah meratifikasi konvensi tersebut guna mencegah pencemaran dan buangan barang-barang atau campuran cairan beracun dan berbahaya dari kapal. Konvensi-konvensi IMO yang sudah diratifikasi oleh negara anggotanya seperti Indonesia, memasukkan isi konvensi-konvensi tersebut menjadi bagian dari peraturan dan perundang-undangan nasional.

- Protocol of 1978

Merupakan peraturan tambahan "Tanker Safety and Pollution Prevention (TSPP)" bertujuan untuk meningkatkan keselamatan kapal tanker dan melaksanakan peraturan pencegahan dan pengontrolan pencemaran laut yang berasal dari kapal terutama kapal tanker dengan melakukan modifikasi dan petunjuk tambahan untuk melaksanakan secepat mungkin peraturan pencegahan pencemaran yang dimuat di dalam Annex konvensi. Karena itu peraturan dalam MARPOL Convention 1973 dan Protocol 1978 harus dibaca dan diinterpretasikan sebagai satu

kesatuanperaturan.

Protocol of 1978, juga memuat peraturan mengena

- Protocol I

Kewajiban untuk melaporkan kecelakaan yang melibatkan barang beracun dan berbahaya. Peraturan mengenai kewajiban semua pihak untuk melaporkan kecelakaan kapal yang melibatkan barang-barang beracun dan berbahaya. Pemerintah Negara anggota diminta untuk membuat petunjuk untuk membuat laporan, yang diperlukan sedapat mungkin sesuai dengan petunjuk yang dimuat dalam Annex Protocol I. Sesuai Article II MARPOL 73/78 Article III "Contents of report" laporan tersebut harus memuat keterangan:

- Mengenai identifikasi kapal yang terlibat melakukan pencemaran.
- Waktu, tempat dan jenis kejadian.
- Jumlah dan jenis bahan pencemar yang tumpah.
- Bantuan dan jenis penyelamatan yang dibutuhkan.

Nahkoda atau perorangan yang bertanggung jawab terhadap insiden yang terjadi pada kapal wajib untuk segera melaporkan tumpahan atau buangan barang atau campuran cairan beracun dan berbahaya dari kapal karena kecelakaan atau untuk kepentingan menyelamatkan jiwa manusia sesuai petunjuk dalam Protocol dimaksud.

- Protocol II mengenai Arbitrasi.

Berdasarkan Article 10 "settlement of dispute". Dalam Protocol II diberikan petunjuk menyelesaikan perselisihan antara dua atau lebih Negara

anggota mengenai interpretasi atau pelaksanaan isi konvensi. Apabila perundingan antara pihak-pihak yang berselisih tidak berhasil menyelesaikan masalah tersebut, salah satu dari mereka dapat mengajukan masalah tersebut ke Arbitrasi dan diselesaikan berdasarkan petunjuk dalam Protocol II konvensi.

Selanjutnya peraturan mengenai pencegahan dan penanggulangan pencemaran laut oleh berbagai jenis bahan pencemar dari kapal dibahas dalam Annex I s/d V MARPOL 73/78, berdasarkan jenis masing-masing bahan pencemar sebagai berikut :

Annex I Pencemaran oleh minyak Mulai berlaku 2 Oktober 1983.

Annex II Pencemaran oleh Cairan Beracun (Nuxious Substances) dalam bentuk curah. Mulai berlaku 6 April 1987.

Annex III Pencemaran oleh barang Berbahaya (Hamful Sub-Stances) dalam bentuk terbungkus Mulai berlaku 1 Juli 1991.

Annex IV Pencemaran dari kotoran manusia /hewan (Sewage) diberlakukan 27 September 2003.

Annex V Pencemaran Sampah Mulai berlaku 31 Desember 1988

Annex VI Pencemaran udara.

Peraturan MARPOL Convention 73/78 yang sudah diratifikasi oleh Pemerintah Indonesia, dengan Keppres No. 46 tahun 1986.

A.1. MARPOL 73/78 Annex I

MARPOL 73/78 Annex 1 berisi mengenai peraturan untuk mencegah pencemaran oleh tumpahan minyak dari kapal. Sampai 6 juli 1993 sudah terdiri dari 26 regulation. Dokumen penting yang menjadi bagian integral dari *Annex 1* adalah :

- Appendix I Mengenai Daftar dan jenis minyak.
- Appendix II Bentuk format dari IOPP Certificate.
- Appendix III Bentuk format dari Oil Record Book.

Berikut adalah isi dan bentuk dari dokumen dimaksud berdasarkan *MARPOL 73/78*:

1. “ *List of Oil* “ sesuai Appendix I MARPOL 73/78 adalah daftar dari minyak yang akan menyebabkan *pencemaran* apabila tumpah ke laut dimana daftar tersebut tidak akan sama dengan daftar minyak sesuai kriteria industri perminyakan,
2. “ *International Oil Pollution Prevention Certificate* “ (IOPC Certificate) untuk semua kapal dagang, dimana supplement atau lampiran mengenai “ *Record of Construction and Equipment for Ship other than oil Tankers and Oil Tankers* “ dijelaskan secara terpisah di dalam Appendix II MARPOL 73/78
3. “ *Oil Record Book* “ Buku catatan yang ditempatkan di atas kapal, untuk mencatat semua kegiatan menangani pembuangan sisa-sisa minyak serta campuran minyak dan air di Kamar Mesin, semua jenis kapal, dan untuk kegiatan bongkar muat muatan dan air balast kapal tanker.

Pada permulaan tahun 1970 an cara pendekatan yang dilakukan oleh IMO dalam membuat peraturan yang berhubungan dengan *Marine*

Pollution pada dasarnya sama dengan sekarang, yakni melakukan kontrol yang ketat pada struktur kapal untuk mencegah jangan sampai terjadi tumpahan minyak atau pembuangan campuran minyak kelaut. Dengan pendekatan demikian MARPOL73/78 memuat peraturan untuk mencegah seminimum mungkin minyak yang mencemari laut Tetapi kemudian pada tahun 1984 dilakukan beberapa modifikasi oleh IMO yang menitik beratkan pencegahan hanya pada kegiatan operasi tanker pada Annex I dan yang terutama adalah keharusan kapal untuk dilengkapi dengan Oil Water Separating Equipment dan Oil Discharge Monitoring Systems.

B. PENCEMARAN LAUT.

Pencemaran laut diartikan adanya kotoran atau hasil buangan aktifitas makhluk hidup yang masuk ke laut (Mallisan, 2011). Sumber dari pencemaran laut antara lain sisa damparan amunisi perang, buangan dan proses di kapal, buangan industry ke laut, proses pengeboran minyak di laut, emisi transportasi laut dan buangan pestisida dari pertanian. Namun, sumber utama pencemaran laut, berasal dari tumpahan minyak baik dari proses di kapal, pengeboran lepas pantai, maupun akibat kecelakaan kapal. Polusi dari tumpahan minyak di laut merupakan sumber pencemaran laut yang selalu menjadi focus perhatian dari masyarakat luas, karena akibatnya akan sangat cepat dirasakan oleh masyarakat sekitar pantai dan sangat signifikan merusak makhluk hidup sekitar pantai tersebut.

Pencemaran laut adalah salah satu masalah lingkungan yang dihadapi saat ini dan seringkali penyebab utamanya adalah manusia. Aktifitas manusia di laut yang menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan laut yaitu kegiatan pemanfaatan sumber daya perikanan yang melanggar hukum (*illegal fishing*), pelayaran (*shipping*), pembuangan di laut (*ocean dumping*), pertambangan (*minning*), eksplorasi dan eksploitasi minyak. Pencemaran laut adalah suatu kejadian yang tidak dikehendaki manusia terutama orang-orang yang kehidupannya bersumber dari laut. Sekalipun pencemaran itu tidak dikehendaki, pencemaran laut dari kapal merupakan peristiwa yang tidak terelakkan/*inevitable phenomenon* (Husin, 2016). Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dibidang perkapalan menyebabkan pemanfaatan di bidang pelayaran meningkat. Peningkatan aktifitas pelayaran di laut, tentunya sangat rentan menyebabkan pencemaran laut.

Kegiatan-kegiatan pencemaran laut seperti disebutkan diatas, menghasilkan limbah yang menyebabkan tercemarnya air laut yang berdampak pada kehidupan ekosistem laut berupa kerusakan terumbu karang, mangrove, dan lain-lain yang membutuhkan waktu pemulihan yang sangat lama dan teknologi yang memadai serta dana yang tidak sedikit dalam menyelesaikan masalah ini. Pencemaran laut memiliki sifat yang dinamis mengikuti pergerakan arus laut, bahkan ada kalanya pencemaran menyebar hingga menembus batas antar negara. Sifat pencemaran laut yang dinamis tersebut dapat menjadi masalah transnasional (Dikdik, Mohammad Sodik, 2011).

C. JENIS-JENIS KAPAL BARANG

C.1 Kapal container (peti kemas)

Kapal container adalah kapal yang dirancang khusus untuk memuat container yang dilengkapi peralatan khusus untuk mengangkat/menurunkan kontainer atau dengan menggunakan alat angkat container yang tersedia di pelabuhan muat/bongkar kontainer, seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.1 berikut ini :



Gambar 1. kapal container

(sumber shareilmukapal.blogspot.com>2016/09)

Pengertian lain tentang kapal container adalah kapal mengangkut barang yang sudah diatur di dalam peti kemas. Muatan peti kemas disamping di dalam palka juga diletakkan di atas geladak dengan pengikatan yang kuat, sehingga peti kemas tersebut tidak bergeser dari tempatnya semula pada saat berlayar.

C.2 Kapal barang umum (general cargo)

Kapal barang umum adalah kapal yang mengangkut barang-barang umum dengan menggunakan fasilitas crane dengan ciri khas konstruksinya dibuatkan cargo hold, seperti Gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.kapal general cargo
(sumber shareilmukapal.blogspot.com>2016/09)

Yaitu kapal dengan muatan barang, pada dasarnya sebelum kapal tersebut direncanakan untuk dibangun ditentukan terlebih dahulu jenis barang yang diangkut. Hal ini penting ditentukan sehubungan dengan besarnya ruangan yang dibutuhkan di dalam kapal untuk mengangkut barang dalam satuan berat yang sudah ditentukan oleh pemesan. Kalau kapal yang direncanakan untuk mengangkut bermacam-macam muatan (*general*) maka kapal tersebut dinamakan *General Cargo*.

C.3 Tanker Ship (curah cair)

Kapal tanker adalah kapal yang dirancang khusus untuk mengangkut curah cair yang disimpan dalam tangki kapal tersebut, seperti pada Gambar 2.3 berikut ini :



Gambar 3.kapal tanker

(sumber shareilmukapal.blogspot.com>2016/09)

Selain itu kapal tanker dapat juga diartikan kapal yang sudah dirancang khusus untuk mengangkut cairan atau minyak dalam jumlah begitu besar. Adapun jenis kapal tanker yang sering kita dengar antara lain kapal tanker minyak, pembawa gas alam cair. Kapal tersebut dilengkapi dengan pompa dan instalasi pipa untuk bongkar dan muat minyak dari kapal dan ke kapal. Letak kamar mesin selalu di belakang dimaksud untuk menghindari bahaya kebakaran.

C.4 Kapal bulk carrier (curah kering)

Kapal bulk carrier adalah kapal yang mengangkut curah kering misalnya pasir, biji gandum dan gula. seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 4.kapal bulk currier
(sumber shareilmukapal.blogspot.com>2016/09)

Atau kapal *bulk carrier* adalah kapal yang mengangkut muatan tanpa pembungkusan tertentu, berupa biji-bijian yang dicurahkan langsung ke dalam palka kapal. Ditinjau dari jenis muatannya ada beberapa macam yaitu sebagai berikut:

- a) Kapal pengangkut biji tambang yaitu kapal yang mengangkut muatan curah berupa biji-bijian hasil tambang misalnya biji besi, chrom, mangaan, bauxit dan sebagainya.
- b) Kapal pengangkut biji tumbuh-tumbuhan yaitu kapal yang mengangkut muatan curah berupa biji-bijian hasil tumbuh tumbuhan misal jagung, beras, kedelei dan lain-lain.

Kapal pengangkut batubara atau sering disebut *Collier* yaitu kapal yang mengangkut muatan curah berupa batubara, *cokes* atau *coal*.

D. PELABUHAN

Upaya pengelolaan limbah dari operasional kapal secara international telah ditetapkan International Maritime Organizationa (IMO) dalam International Convention for The Prevention of Pollution from Ships, 1973 and The Protocol 1978 yang dikenal dengan istilah Marpol 73/78.

Pemerintah Indonesia juga telah meratifikasi peraturan tersebut berdasarkan Kepres 46 Tahun 1986 tentang Pencegahan Pencemaran dari Kapal. Tindak lanjut kepres tersebut adalah dengan dikeluarkannya Keputusan Menteri Perhubungan No 215/AL.506/PHB-X7 tentang Pengadaan Fasilitas Penampungan Limbah dari kapal-kapal atau reception facilities (Utama Kusumaning Tri : 2008).

Menurut UU 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, Pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan perusahaan yang digunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik/turun penumpang dan/atau bongkar muat barang berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi. Dalam pasal 235 Undang-undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang pelayaran, disebutkan bahwa Otoritas Pelabuhan, Badan Usaha Pelabuhan, Unit Penyelenggara Pelabuhan wajib menanggulangi pencemaran yang diakibatkan oleh pengeoperasian pelabuhan. Untuk menampung limbah yang berasal dari kapal di pelabuhan, Otoritas Pelabuhan, Unit Penyelenggara Pelabuhan, Badan Usaha Pelabuhan dan Pengelola Terminal Khusus wajib bertanggung jawab menyediakan fasilitas penampungan limbah atau reception facilities (Utama Kusumaning Tri : 2008).

E. PENCEGAHAN DAN PENANGGULANGAN PENCEMARAN

Sesuai ketentuan Pasal 1 Peraturan Pemerintah No 21 Tahun 2010 tentang Perlindungan Lingkungan Maritim, disebutkan pencegahan pencemaran dari kapal adalah upaya yang harus dilakukan Nakhoda dan/atau Awak Kapal sedini mungkin untuk menghindari atau mengurangi pencemaran tumpahan minyak, bahan cair beracun, muatan berbahaya dalam kemasan, limbah kotoran (sewage), sampah (garbage) dan gas buang dari kapal ke perairan dan udara. Sementara penanggulangan pencemaran dari pengoperasian kapal adalah segala tindakan yang dilakukan secara tepat, dan terpadu serta terkoordinasi untuk mengendalikan, mengurangi, dan membersihkan tumpahan minyak atau bahan cair beracun dari kapal ke perairan untuk meminimalisasi kerugian masyarakat dan kerusakan lingkungan. Dalam Pasal 3 Peraturan Pemerintah No 21 Tahun 2010 tentang Perlindungan Lingkungan Maritim dijelaskan, setiap awak kapal wajib mencegah dan menanggulangi terjadinya pencemaran lingkungan yang bersumber dari kapalnya. Dalam hal ini, sumber pencemaran dari kapal yang dimaksud adalah minyak.

C. 1 Pembatasan Pembuangan Minyak

Ketentuan Annex I Reg. 9 menyebutkan bahwa pembuangan minyak atau campuran minyak dari kapal selain kapal tanker hanya dibolehkan apabila :

- a. Tidak berada dalam special area.
- b. Lokasi pembuangan min 12 mil laut dari daratan terdekat.

- c. Kapal sementara berlayar dalam pelayaran.
- d. Kapal di lengkapi dengan peralatan Oil Water Separator dan peralatan Oil Discharge Monitoring System.

C. 2 Monitoring Kontrol Pembuangan Minyak

Ketentuan Annex I Reg. 16 menyebutkan bahwa:

- a. Kapal ukuran 400 GRT atau lebih tetapi lebih kecil dari 1.000 GRT harus dilengkapi dengan Oily Water Separating Equipment yang dapat menjamin pembuangan minyak ke laut setelah melalui sistem tersebut dengan kandungan minyak kurang dari 15 parts per million (15 ppm).
- b. Kapal ukuran 10.000 GRT atau lebih harus dilengkapi dengan: Kombinasi antara Oily Water Separating Equipment dengan Oil Discharge Monitoring and Control System, atau dilengkapi dengan Oil Filtenng Equipment yang dapat mengatur buangan campuran minyak ke laut tidak lebih dari 15 parts per million, (alarm akan berbunyi bila melebihi ukuran tersebut).

C. 3 Pengumpulan Sisa Minyak

Setiap kapal dengan ukuran minimal 400 Gross Tonnage harus menyediakan tangki dengan kapasitas memadai sesuai dengan type mesin dan jarak pelayaran untuk menampung minyak kotor yang berasal dari got/bilga dan telah melewati alat Oily Water Separator.

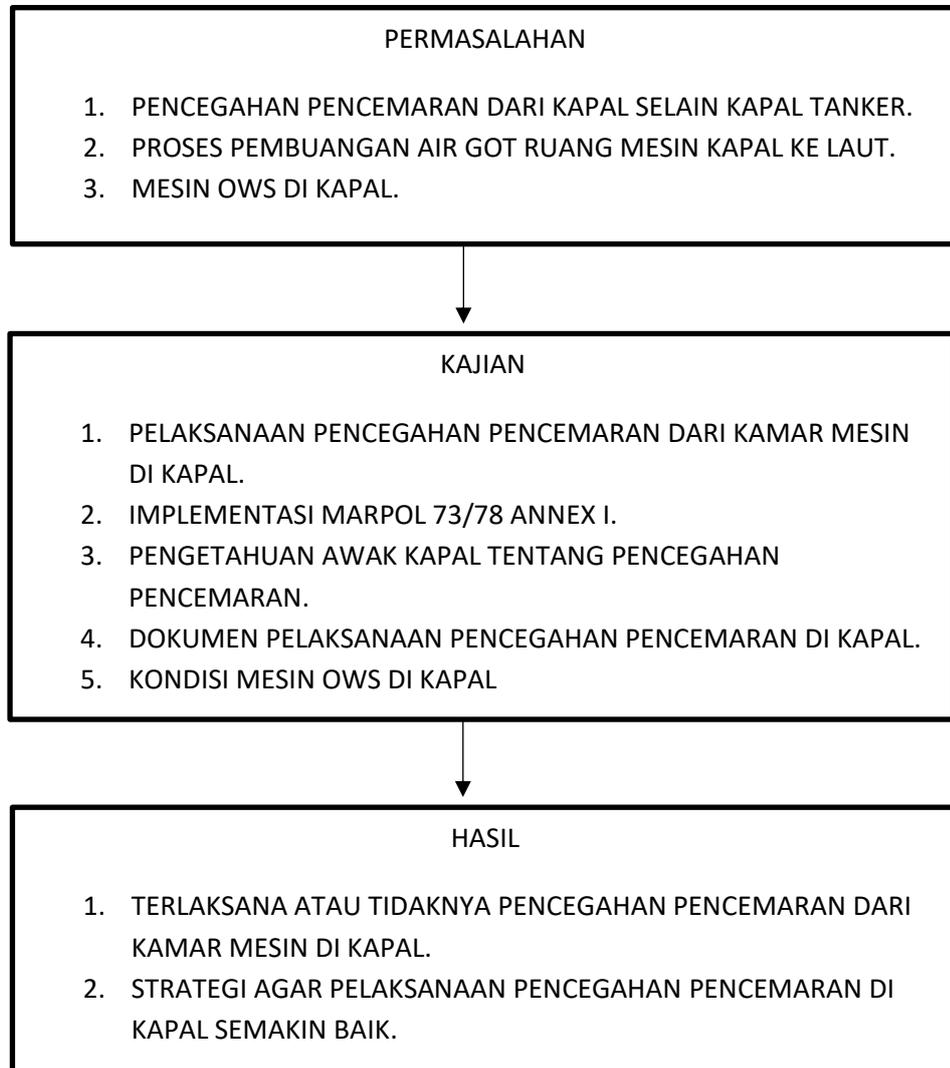
C. 4 Oil Record Book Part I (Operasional Ruang Mesin)

Ketentuan dalam Annex I Marpol 73/78 tentang Oil Record Book Part I, yaitu:

- a. Setiap kapal tanker dengan ukuran 150 GT atau lebih dan selain kapal tanker dengan ukuran 400 GT atau lebih wajib mempunyai Oil Record Book part I yang berisi tentang kegiatan operasional ruang mesin.
- b. Kegiatan yang dicatat dalam Oil Record Book part I, yaitu:
 1. Pencucian tangki bahan bakar.
 2. Pembuangan air ballast kotor atau air pencucian tangki bahan bakar.
 3. Pengumpulan dan pembuangan residu minyak (lumpur dan residu minyak lainnya).
 4. Pembuangan air got.
 5. Bunker bahan bakar atau bunker minyak pelumas jumlah besar.

F. KERANGKA PIKIR

Kerangka pikir penelitian telah dibuat sebagaimana disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 5. Kerangka pikir penelitian

Menurut (Sudrajat, 2006), sumber tumpahan minyak di laut beraneka ragam, seperti:

1. Operasi Kapal Tanker

Produksi minyak dunia diperkirakan sebanyak 3 milyar ton/tahun dan setengahnya dikirim melalui laut. Setelah kapal tanker memuat

minyak, kapal pun membawa air ballast yang biasanya disimpan pada tangki slop. Sampai di pelabuhan bongkar, setelah proses bongkar muatan selesai maka sisa muatan minyak dialirkan ke dalam tangki slop. Tangki muatan yang kotor tadi kemudian dibersihkan dengan water jet, agar tangki dapat digunakan untuk menampung air ballast baru untuk kebutuhan pelayaran selanjutnya. Hasil buangan dimana air bercampur dengan minyak ini pun dialirkan ke slop tank, sehingga didalam tangki slop terdapat air yang bercampur dengan minyak. Sebelum kapal berlayar, tangki slop harus dikosongkan dengan air dalam tangki slop dibuang ke penampungan limbah darat yang ada di pelabuhan atau dipompakan ke laut. Tidak dapat disangkal bahwa air yang dipompakan ke laut tadi masih mengandung minyak dan ini akan berakibat pencemaran laut pada daerah bongkar muat tersebut.

2. Perbaikan/Perawatan Kapal (Docking)

Semua kapal secara periodik harus dilakukan reparasi termasuk pembersihan tangki dan lambung. Dalam proses docking, semua sisa bahan bakar yang ada dalam tangki harus dikosongkan untuk mencegah terjadinya kebakaran atau ledakan. Dalam aturannya, semua galangan harus dilengkapi dengan tangki penampung limbah, namun pada kenyataannya banyak galangan kapal tidak memiliki fasilitas ini, sehingga buangan minyak langsung di pompakan ke laut. Tercatat pada tahun 1981 kurang lebih 30.000 ton minyak terbuang ke laut (Clark R.B, 2003).

3. Kecelakaan Kapal Tanker

Beberapa penyebab kecelakaan kapal tanker seperti, kebocoran lambung, kandas, ledakan, kebakaran dan tabrakan (Sudrajad. A, 2006). Beberapa kasus di perairan Selat Malaka adalah karena perairannya dangkal, dimana kapal berada pada muatan penuh. Tercatat beberapa kasus kecelakaan bedar di dunia antara lain pada 19 Juli 1979 bocornya kapal tanker Atlantic Express di perairan Tobacco yang menumpahkan minyak sebanyak 287.000 ton ke laut. Tidak kalah besarnya adalah kasus terbakarnya kapal Haven tahun 1991 di perairan Genoa Italia yang menumpahkan minyak sebanyak 144.000 ton (Clark R.B, 2003).

4. Scrapping Kapal

Proses scrapping (pemotongan badan kapal) untuk menjadi besi tua banyak dilakukan di industri kapal India dan Asia Tenggara termasuk Indonesia. Akibat kegiatan ini, banyak kandungan metal dan kandungan lainnya termasuk kandungan minyak yang terbuang ke laut. Diperkirakan sebanyak 1.500 ton/tahun minyak yang terbuang ke laut akibat proses ini yang menyebabkan kerusakan lingkungan setempat (Sudrajad. A, 2006).

5. Bilga dan Tangki Bahan Bakar

Umumnya semua kapal memerlukan proses ballast saat berlayar normal maupun cuaca buruk. Karena umumnya tangki ballast digunakan untuk memuat cargo maka biasanya pihak kapal menggunakan juga tangki bahan bakar yang kosong untuk membawa

air ballast tambahan. Saat cuaca buruk maka air ballast tersebut dipompakan ke laut sementara air tersebut sudah bercampur dengan minyak. Selain air ballast, juga dipompakan keluar adalah air bilga yang juga bercampur dengan minyak. Bilga adalah saluran buangan air, minyak dan pelumas hasil proses mesin yang merupakan limbah. Aturan MARPOL 73/78 mengatur bahwa buangan air bilga sebelum dipompakan ke laut harus masuk terlebih dahulu ke dalam separator pemisah minyak dan air, namun pada kenyataannya banyak buangan air bilga illegal yaitu tidak memenuhi aturan MARPOL 73/78 (Sudrajad. A, 2006).

6. Terminal Bongkar Muat Tengah Laut

Proses bongkar muat tanker bukan hanya dilakukan di pelabuhan, namun banyak juga dilakukan ditengah laut. Proses bongkar muat di terminal laut ini banyak menimbulkan resiko kecelakaan, seperti pipa yang pecah, bocor maupun kecelakaan karena kelalaian manusia (Sudrajad. A, 2006).