



TUGAS AKHIR - MN 141581

**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS
PENGEMBANGAN GALANGAN KAPAL UNTUK KONVERSI
KAPAL TANKER MENJADI FPSO ATAU FSO**

Noor Virliantarto
NRP. 4109 100 036

Dosen Pembimbing
Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.
NIP. 19610914 198701 1 001

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2015



FINAL PROJECT - MN 141581

**TECHNICAL AND ECONOMICAL ANALYSIS
OF THE DEVELOPMENT OF SHIPYARD SPECIFICALLY
FOR TANKER CONVERSION TO FPSO OR FSO**

Noor Virliantarto
NRP. 4109 100 036

Supervisor
Ir. Triwilaswadio Wuruk Pribadi, M.Sc.
NIP. 19610914 198701 1 001

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2015

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS
PENGEMBANGAN GALANGAN KAPAL UNTUK KONVERSI
KAPAL TANKER MENJADI FPSO ATAU FSO**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Keahlian Industri Perkapalan

Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

NOOR VIRLIANTARTO

NRP. 4109 100 036

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing Tugas Akhir:



Ir. Triwilaswandio WP., M.Sc.

NIP.19610914 198701 1 001

SURABAYA, JANUARI 2015

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGEMBANGAN GALANGAN KAPAL UNTUK KONVERSI KAPAL TANKER MENJADI FPSO ATAU FSO

Nama Mahasiswa : Noor Virliantarto

NRP : 4109 100 036

Jurusan / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan

Dosen Pembimbing : Ir. Triwilaswadio Wuruk Pribadi, M.Sc.

ABSTRAK

Kebutuhan kapal untuk mendukung kegiatan operasi pengeboran minyak lepas pantai kian meningkat karena kondisi *field* pengeboran minyak di darat semakin sedikit. Kebutuhan kapal tersebut diantaranya FPSO dan FSO. 70% pembangunan kapal FPSO dan FSO di dunia dibuat dengan mengkonversi kapal tanker. Tujuan dari tugas akhir ini adalah menganalisa secara teknis dan ekonomis pengembangan galangan kapal untuk konversi tanker menjadi FPSO atau FSO. Pertama, dilakukan analisa peluang pasar untuk konversi tanker menjadi FPSO atau FSO. Kedua, dilakukan analisa pada aspek teknis untuk menentukan fasilitas yang dibutuhkan pada galangan kapal untuk konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO. Ketiga, dilakukan analisa pada aspek ekonomis untuk mengukur kelayakan pengembangan galangan kapal. Berdasarkan analisa pasar yang dilakukan, ditentukan kapasitas maksimal kapal tanker yang akan dikonversi di galangan kapal adalah kapasitas 180.000 DWT. Untuk dapat menunjang proses konversi tanker berkapasitas 180.000 DWT menjadi FPSO atau FSO diperlukan fasilitas yang memenuhi beban kerja konversi diantaranya gudang penyimpanan material, bengkel fabrikasi, bengkel *sub assembly*, bengkel *assembly*, bengkel blasting dan cat, bengkel *outfitting*, *graving dock*, dermaga, dan berikut fasilitas mesin didalamnya. Pembangunan galangan kapal tersebut memerlukan biaya investasi sebesar 700 milyar rupiah dengan perkiraan *Payback Period* pada tahun ke-10.

Kata Kunci : FPSO, FSO, galangan kapal, konversi tanker

TECHNICAL AND ECONOMICAL ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF SHIPYARD SPECIFICALLY FOR TANKER CONVERSION TO FPSO OR FSO

Author : Noor Virliantarto
ID No. : 4109 100 036
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering /
Marine Technology
Supervisors : Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.

ABSTRACT

The main objective of this final project is to analyze technical and economical aspect of the development of a shipyard for conversion from tanker to FPSO or FSO. Firstly, potential market for the conversion of tankers to FPSO or FSO was analyzed. Secondly, analysis of technical aspects to determine the necessary facilities for the shipyard was performed. Thirdly, the economical aspects and the feasibility of shipyard development was estimated. Based on the market analysis, the maximum capacity of tankers to be converted in the shipyard is 180,000 DWT tanker. To support the conversion process, the necessary facilities are steel stock yard, fabrication workshop, sub-assembly workshop, assembly workshop, blasting and paint shop, outfitting workshop, graving dock, and jetty. The shipyard development requires an investment cost about 700 billion rupiahs with an approximate of Payback Period (PP) in year 10.

Keyword : FPSO, FSO, Shipyard, Tanker Conversion

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb,

Alhamdulillah, puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Teknis dan Ekonomis Pengembangan Galangan Kapal Untuk Konversi Kapal Tanker Menjadi FPSO atau FSO” dengan baik. Tidak lupa juga salawat dan salam penulis curahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita menuju alam yang penuh ilmu pengetahuan. Ucapan terima kasih sedalam-dalamnya penulis ucapkan kepada :

1. Bapak Ir. Triwilaswandio W.P., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis serta memberikan ilmu, arahan dan masukan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Ir. Achmad Zubaydi, M.Eng, Ph.D., selaku dosen wali yang telah banyak membantu dan meluangkan waktu serta membimbing penulis.
3. Segenap dosen pengajar di Teknik Perkapalan ITS. Khususnya dosen pengajar Bidang Studi Industri Perkapalan. Bapak Ir. Heri Supomo M.Sc, Ibu Sri Rejeki W.P. ST.,MT., dan Bapak Ir. Soejitno dan juga dosen pengajar lainnya. Terima kasih atas bimbingan, sumbangan saran dan ide kepada penulis.
4. Bapak Prof. Ir. I Ketut Aria Pria Utama M.Sc, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan, FTK, ITS.
5. Ayahanda Dr. Ir. Iskendar M.Sc. yang senantiasa membantu penulis dan memberi dukungan dan Ibunda Rr. Noor Ullah Amalia yang tercinta, yang senantiasa mendoakan, sabar, dan selalu menginspirasi penulis.
6. Kakak-kakak tersayang, Amal Iskuntarto dan Putri Virliani ST., serta keluarga/kerabat dekat atas semangat, doa, dan dukungan kepada penulis.
7. Frida Rachma Budiana yang selalu mendoakan dan mendukung penulis.
8. Alfadjri, Irfan, Ferdy, Amed, Habibi, Viky, Ghozali, Andi, Asmi, Fatkhur, Dul, dan teman-teman seperjuangan Tugas Akhir bidang keahlian Industri Perkapalan, Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS.
9. Iqra, Bagus, Wahyu, Kharis, Syaiful, Ngurah, Ferditasus, Yusuf, Teguh, Zamili, Iqbal, Tatum, Halida, Gunadhi, dan saudara-saudari P-49 (LAKSAMANA) lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, beserta segenap keluarga besar Warga Teknik Perkapalan yang telah banyak memberi dukungan.

10. Dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini sehingga dapat dikatakan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada khususnya dan bagi semua pihak pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Surabaya, 30 Juni 2014

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR REVISI	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Hipotesa.....	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Floating Production Storage and Offloading (FPSO) dan Floating Storage and Offloading (FSO).....</i>	<i>5</i>
2.1.1 Ciri Umum FPSO	5
2.1.2 Prinsip Kerja FPSO dan FSO.....	5
2.1.3 Ukuran Utama	6
2.1.4 Kontrol Berat.....	9
2.1.5 Desain Hidrostatik.....	10
2.1.6 Aturan Survey Floating Offshore Production Unit	10
2.2 Kapal Tangki Minyak.....	12
2.2.1 Pengelompokan Kapal Tanker Berdasarkan Ukuran	13
2.2.2 Pengelompokan Kapal Tanker Berdasarkan Marpol 72/78 dan CAS.....	13
2.2.3 Pengelompokan Kapal Tanker Berdasarkan Jumlah Lambung Kapal.....	14
2.3 Galangan Kapal	14

2.3.1	Sarana Pokok Galangan Kapal.....	14
2.3.2	Perencanaan Tata Letak Galangan.....	17
2.3.3	Tujuan Perencanaan Letak.....	18
2.4	<i>International Safety Guide for Oil Tanker and Terminal (ISGOTT)</i>	19
2.4.1	Pengecekan Dokumen.....	20
2.4.2	Jenis Kapal Tanker.....	21
2.4.3	Prosedur Penanganan Muatan.....	21
2.4.4	Persiapan Pekerjaan Reparasi Kapal Tanker pada Dok.....	23
2.4.5	Sistem Ijin Kerja.....	28
2.4.6	Pekerjaan Reparasi Kapal.....	31
2.4.7	Pengecekan dan Evaluasi.....	38
2.4.8	Peralatan dan Perlengkapan Keselamatan Reparasi Kapal Tanker.....	41
2.5	Pengambilan Keputusan Dengan Metode Matrix Pembobotan.....	42
2.5.1	Pemilihan Lokasi Dengan Metode Pembobotan.....	42
2.6	Konversi Kapal.....	44
2.7	Dasar Studi Kelayakan.....	45
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	49
3.1	Umum.....	49
3.2	Alur Penyelesaian Penelitian Tugas Akhir.....	49
3.3	Diagram Alur.....	52
BAB 4	TEKNOLOGI KONVERSI DAN POTENSI PASAR KONVERSI.....	53
4.1	Teknologi Konversi Kapal Tanker menjadi FPSO atau FSO.....	53
4.1.1	Pemilihan Kapal Tanker.....	53
4.1.2	Perubahan pada Lambung.....	57
4.1.3	Penambahan Pada Lambung dan Penguatan Konstruksi.....	59
4.1.4	Penambahan Modul Pada <i>Topside Deck</i>	61
4.2	Analisa Potensi Pasar.....	63
4.2.1	Populasi Kapal di Indonesia.....	63
4.2.2	Populasi Kapal Tanker di Indonesia.....	64
4.2.3	Populasi FPSO dan FSO Indonesia.....	65
4.2.4	Peluang Konversi Kapal Tanker Menjadi FPSO maupun FSO.....	67
4.3	Penentuan Kapasitas Konversi Galangan.....	69
4.4	Perencanaan Skema Bisnis.....	70
BAB 5	ASPEK TEKNIS PERENCANAAN GALANGAN KAPAL.....	73

5.1	Dasar Kebutuhan Perencanaan.....	73
5.2	Penentuan Lokasi Pembangunan Galangan Kapal.....	73
5.3	Analisa Lokasi Pembangunan Galangan Kapal.....	73
5.4	Perencanaan Fasilitas dan Tata Letak Galangan Kapal.....	79
5.4.1	Perencanaan Graving Dock.....	80
5.4.2	Analisa Kebutuhan Baja untuk Konversi.....	81
5.4.3	Perencanaan Fasilitas Penunjang Galangan Kapal khusus Konversi.....	85
5.4.4	Perencanaan Tata Letak Galangan.....	102
5.5	Perencanaan Faktor Produksi.....	104
5.5.1	Struktur Organisasi.....	104
5.5.2	Perencanaan Sumber Daya Manusia.....	105
BAB 6	ASPEK EKONOMIS PERENCANAAN GALANGAN.....	107
6.1	Analisa Nilai Investasi.....	107
6.1.1	Estimasi Nilai Investasi untuk Tanah dan Bangunan.....	107
6.1.2	Estimasi Nilai Investasi untuk Fasilitas Penunjang.....	109
6.1.3	Estimasi Nilai Investasi untuk Pekerjaan Persiapan dan Instalasi.....	109
6.1.4	Estimasi Pengeluaran Gaji Tenaga Kerja.....	110
6.1.5	Estimasi Nilai Investasi Total.....	111
6.2	Analisa Pendapatan Galangan Kapal.....	111
6.3	Perhitungan <i>Net Present Value</i> (NPV).....	114
BAB 7	KESIMPULAN DAN SARAN.....	117
7.1	Kesimpulan.....	117
7.2	Saran.....	118
DAFTAR PUSTAKA.....		119
LAMPIRAN.....		122
BIODATA PENULIS.....		136

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Skema FPSO.....	1
Gambar 2.1 Perbandingan distribusi beban pada bangunan baru dan hasil konversi	9
Gambar 2.2 Skema prosedur keselamatan reparasi kapal tanker berdasarkan ISGOTT	20
Gambar 2.3 Lay Out Oil Tanker	21
Gambar 2.4 Skema Proses Pekerjaan Panas	30
Gambar 4.1 Contoh FPSO Hasil dari Konversi	58
Gambar 4.2 <i>Turret</i> pada FPSO.....	59
Gambar 4.3 Internal dan Eksternal <i>Turret</i>	59
Gambar 4.4 Spread Mooring	60
Gambar 4.5 Persentase Armada Niaga Nasional pada Tahun 2013.....	64
Gambar 4.6 Populasi Kapal Tanker di Indonesia.....	65
Gambar 4.7 Populasi FPSO dan FSO di Indonesia.....	67
Gambar 4.8 Field yang Ada di Indonesia.....	69
Gambar 4.9 Skema Bisnis Konversi Kapal Tanker Menjadi FPSO atau FSO.....	70
Gambar 5.1 Lokasi Pengembangan Kawasan Industri Maritim	74
Gambar 5.2 Peta Lahan Pengembangan.....	75
Gambar 5.3 Akses Menuju Lokasi yang Dapat Dilewati.....	76
Gambar 5.4 Kondisi Jalan Arteri Kota Agung.....	77
Gambar 5.5 Kondisi Jalan Masuk Dari Jalan Arteri Menuju Lokasi	77
Gambar 5.6 Kondisi Jalan di Lokasi	78
Gambar 5.7 Lokasi Pembangunan yang Dipilih	79
Gambar 5.8 Layout Galangan Kapal.....	103
Gambar 5.9 Rencana Struktur Organisasi	105

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh proporsi <i>Hull FPSO</i> dengan <i>Trading Tanker</i>	7
Tabel 2.2 Tabel contoh ukuran utama	8
Tabel 2.3 Bahan berbahaya dan beracun menurut IMDG dan ADG	23
Tabel 2.4 Skor Dari Faktor yang Dinilai	43
Tabel 2.5 Beban Skor Dari Faktor yang Dinilai	44
Tabel 4.1 Ilustrasi Kriteria Tanker	56
Tabel 4.2 Skor Berdasarkan Faktor Yang Dinilai	56
Tabel 4.3 Beban Skor Tiap Tanker yang Akan Dipilih	57
Tabel 4.4 Populasi Kapal di Indonesia pada Tahun 2013	63
Tabel 4.5. Populasi FPSO di Indonesia	65
Tabel 4.6 Populasi FSO di Indonesia	66
Tabel 4.7 Kebutuhan Kapal Pendukung Operasi Kapal SKK Migas	68
Tabel 4.8 Estimasi Kebutuhan FPSO dan FSO Tiap Tahun	69
Tabel 5.1 Estimasi Berat FPSO	82
Tabel 5.2 Estimasi Berat Pekerjaan Konversi Tanker Menjadi FPSO	82
Tabel 5.3 Estimasi Berat Pekerjaan Konversi Tanker Menjadi FSO	83
Tabel 5.4 Total Kebutuhan Berat Material untuk Konversi Tanker Menjadi FPSO	83
Tabel 5.5 Total Kebutuhan Berat Material untuk Konversi Tanker Menjadi FSO	83
Tabel 5.6 Total Kebutuhan Berat Material	83
Tabel 5.7 Ship Building Line Chart	84
Tabel 5.8 Jumlah Hari Kerja Aktif Dalam 1 Tahun	85
Tabel 5.9 Distribusi Pemesanan Pelat	87
Tabel 5.10 Perhitungan Luas Penyimpanan Pelat	87
Tabel 5.11 Perhitungan Luas Penyimpanan Profil	87
Tabel 5.12 Perhitungan Luas Penyimpanan Pipa	88
Tabel 5.13 Spesifikasi <i>Plate Straightening Roller</i>	88
Tabel 5.14 Spesifikasi <i>Shot Blasting & Painting Machine</i>	89
Tabel 5.15 Spesifikasi <i>Overhead Crane</i>	90
Tabel 5.16 Spesifikasi <i>Forklift</i>	91
Tabel 5.17 Spesifikasi Mesin <i>NC Plasma Cutting</i>	92
Tabel 5.18 Spesifikasi <i>Blander</i>	93

Tabel 5.19 Spesifikasi <i>Flame Planner</i>	93
Tabel 5.20 Spesifikasi <i>Plate Bending Machine</i>	94
Tabel 5.21 Spesifikasi <i>Frame Bending Machine</i>	94
Tabel 5.22 Spesifikasi Mesin Las	95
Tabel 5.23 Spesifikasi <i>Overhead Crane</i>	96
Tabel 5.24 Spesifikasi Mesin SAW	96
Tabel 5.25 Spesifikasi Mesin FCAW	97
Tabel 5.26 Spesifikasi <i>Overhead Crane</i>	98
Tabel 5.27 Spesifikasi Mesin SAW	98
Tabel 5.28 Spesifikasi Mesin FCAW	99
Tabel 5.29 Spesifikasi <i>Overhead Crane</i>	100
Tabel 5.30 Perencanaan Tenaga Kerja Tak Langsung	106
Tabel 5.31 Perencanaan Tenaga Kerja Langsung	106
Tabel 6.1 Estimasi Investasi Tanah dan Bangunan	108
Tabel 6.2 Estimasi Nilai Investasi Fasilitas Penunjang	109
Tabel 6.3 Estimasi Investasi Tahap Persiapan	109
Tabel 6.4 Estimasi Pengeluaran Gaji Tenaga Kerja Tak Langsung	110
Tabel 6.5 Estimasi Pengeluaran Gaji Tenaga Kerja Langsung	110
Tabel 6.6 Estimasi Total Pengeluaran Gaji per Tahun	111
Tabel 6.7 Investasi Total	111
Tabel 6.8 Diagram Penggunaan Fasilitas Galangan Kapal	112
Tabel 6.9 Estimasi Pendapatan Proyek Konversi Tanker Menjadi FPSO	113
Tabel 6.10 Estimasi Pendapatan Proyek Konversi Tanker Menjadi FSO	113
Tabel 6.11 Total Pendapatan Galangan Kapal	114
Tabel 6.12 Perhitungan <i>Net Present Value</i>	116

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Jakarta, pada tanggal 6 Oktober 1991. Penulis adalah anak terakhir dari 3 bersaudara. Sebelum penulis tercatat sebagai mahasiswa Teknik Perkapalan 2009 lewat jalur PMDK dengan NRP 4109100036, penulis menempuh pendidikan di SDN 01 Kelapa Gading Timur (1998-2003). Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SLTP Negeri 123 Jakarta (2003-2006). Pendidikan selanjutnya di SMAN 45 Jakarta Utara (2006-2009). Selama menempuh pendidikan di kampus ITS, penulis mengikuti cukup banyak aktifitas dalam kampus maupun luar kampus. Kegiatan dalam kampus yang diikuti meliputi organisasi seperti aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan (HIMATEKPAL) 2011-2012.

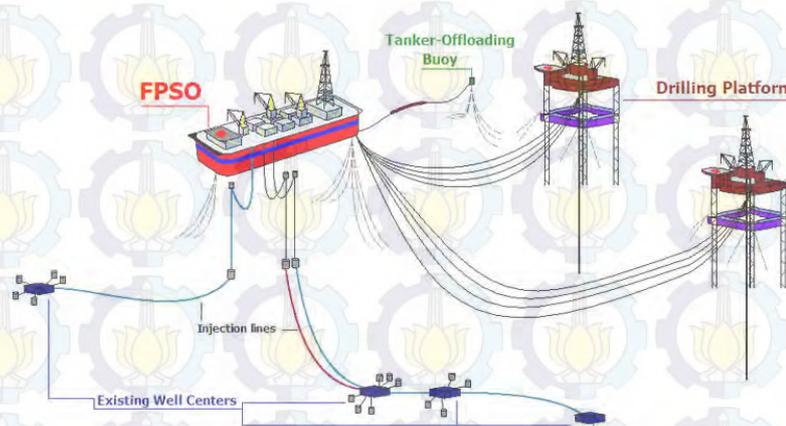
Email : noor.virliantarto@gmail.com

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konversi kapal adalah suatu proses perubahan kapal untuk menyesuaikan kebutuhan kapal dari tipe perencanaan awal ke tipe kapal lainnya baik dari segi konstruksi maupun sistem yang digunakan. Konversi kapal dilakukan bertujuan untuk merubah jenis muatan kapal menjadi muatan yang lebih menguntungkan dibandingkan muatan kapal sebelum dikonversi. Selain merubah jenis muatan, konversi juga dapat dilakukan untuk merubah fungsi kapal seperti konversi kapal tanker menjadi *Floating Production Storage and Offloading* (FPSO) dan *Floating Storage and Offloading* (FSO). FPSO dan FSO itu sendiri adalah merupakan sebuah struktur bangunan berbentuk kapal yang ditambat dengan sistem *mooring* tertentu. Secara umum fungsi dari FPSO dan FSO adalah untuk menyimpan minyak hasil pengeboran minyak lepas pantai (*offshore*) dan untuk menyalurkan minyak tersebut pada kapal tanker yang akan membawa minyak tersebut (*offloading*). Pada FPSO, minyak telah diolah atau diproses sebelum proses *offloading*, sedangkan pada FSO minyak tidak diproses.



Gambar 1.1 Skema FPSO
(Sumber : www.rigzone.com)

Konversi kapal belakangan ini marak dilakukan karena konversi kapal – kapal bekas akan lebih menguntungkan dibandingkan membangun kapal baru apabila hanya untuk digunakan dalam jangka waktu selama beberapa tahun (jangka pendek). Konversi kapal yang banyak dilakukan adalah konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO. Kapal tanker bekas

dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan proses dan fungsi FPSO atau FSO. 70% dari 70 lebih FPSO yang beroperasi diseluruh dunia adalah hasil konversi (Potthurst, 2003). Waktu pembuatan secara konversi yang lebih singkat sekitar 1-2 tahun dari pada pembuatan baru menjadi salah satu alasannya. Keuntungan lain yang didapatkan dalam proses secara konversi adalahantisipasi pada umur *reservoir* yang pendek hingga menengah (5-15 tahun) dan jadwal proses operasi FPSO lebih cepat (Leick, 2000).

Maraknya konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO tersebut menjadi kesempatan bagi pihak industri galangan kapal untuk meraih keuntungan dengan melakukan konversi tersebut. Disamping itu, galangan kapal di Indonesia belum ada yang secara spesifik melayani konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO. Fasilitas galangan kapal pada umumnya sudah cukup mumpuni untuk melakukan konversi kapal, namun dibutuhkan pengembangan fasilitas yang lebih spesifik digunakan untuk konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO. Pengembangan tersebut memerlukan analisa secara teknis dan ekonomis untuk memastikan bahwa pengembangan galangan kapal untuk konversi kapal tanker menjadi FPSO maupun FSO layak dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, perumusan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana peluang pasar untuk membangun galangan konversi tanker menjadi FPSO atau FSO ?
2. Bagaimana teknologi konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO ?
3. Bagaimana perencanaan galangan yang sesuai untuk konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO ?
4. Bagaimana kelayakan pengembangan galangan kapal untuk konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO ?

1.3 Batasan Masalah

Penyusunan tugas akhir ini memerlukan batasan – batasan masalah yang berfungsi untuk meng-efektifkan perhitungan dan proses penulisan lebih terarah. Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

1. Lokasi tinjauan galangan berada di Teluk Semangka, Kabupaten Tanggamus, Lampung.

2. Ukuran kapal dalam perhitungan biaya pendapatan merupakan ukuran kapal sesuai kapasitas penuh galangan kapal.

1.4 Tujuan

Maksud dan tujuan yang ingin dicapai dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi dan menentukan peluang pasar untuk membangun galangan konversi tanker menjadi FPSO atau FSO.
2. Menentukan teknis teknologi konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO.
3. Mendapatkan perencanaan galangan yang sesuai untuk konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO.
4. Menentukan layak atau tidaknya pengembangan galangan dengan melakukan analisa dan studi kelayakan pengembangan galangan kapal untuk konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Sebagai referensi untuk pihak galangan kapal mengenai aspek teknis dan ekonomis pengembangan galangan kapal untuk konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO.
2. Menambah wawasan penulis dan calon peneliti selanjutnya sehingga nantinya dapat dikembangkan.

1.6 Hipotesa

Pengembangan galangan kapal untuk konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO diduga dapat memberikan keuntungan bagi pihak galangan kapal dan pemilik kapal dari aspek teknis dan ekonomis.

1.7 Sistematika Penulisan

Pada penulisan laporan resmi Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian secara umum dan singkat meliputi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, hipotesa, dan sistematika penulisan dari tugas akhir yang disusun.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan tentang berbagai referensi dan teori yang terkait dengan judul penelitian yang meliputi teori tentang FPSO dan FSO, kapal tanker, galangan kapal, konversi kapal, dan dasar studi kelayakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi langkah – langkah selama penelitian, mulai dari tahap identifikasi masalah sampai penyusunan laporan penelitian.

BAB IV TEKNOLOGI KONVERSI DAN POTENSI PASAR KONVERSI

Bab ini berisi pembahasan tentang teknologi konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO dan potensi pasar untuk konversi tersebut.

BAB V ASPEK TEKNIS PERENCANAAN GALANGAN KAPAL

Bab ini berisi pembahasan teknis perencanaan galangan kapal mulai dari dasar kebutuhan perencanaan, tinjauan lokasi, sampai dengan perencanaan fasilitas dan tata letak galangan kapal.

BAB VI ASPEK EKONOMIS PERENCANAAN GALANGAN KAPAL

Bab ini berisi pembahasan dalam aspek ekonomis perencanaan galangan kapal mulai dari perhitungan investasi sampai dengan perhitungan *Payback Period*.

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan, serta rekomendasi dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Floating Production Storage and Offloading (FPSO)* dan *Floating Storage and Offloading (FSO)*

FPSO merupakan bangunan pengeboran dan penyimpanan minyak lepas pantai yang bersifat portable, dalam artian dapat berpindah – pindah. Adapun hasil pemisahan dari produk pengeboran adalah crude oil, air dan gas. Ada dua jenis utama FPSO, kapal tanker minyak yang dimodifikasi atau bangunan baru yang dibangun untuk tujuan tersebut. Sebuah kapal yang hanya digunakan untuk menyimpan minyak disebut sebagai *Floating Storage and Offloading (FSO)*.

2.1.1 Ciri Umum FPSO

FPSO memiliki karakteristik berbeda dengan kapal tanker, walaupun demikian *FPSO* dapat dibangun dengan konversi tanker, adapun ciri umum FPSO adalah sebagai berikut :

1. Konstruksi gading – gading lebih kuat daripada kapal dengan ukuran yang sama, disebabkan adanya beban di atas deck yang sangat besar berupa equipment/pabrik produksi minyak dan gas.
2. Tempat akomodasi lebih besar, terdapat hampir 300 orang tinggal di atasnya (living quarter).

2.1.2 Prinsip Kerja FPSO dan FSO

Minyak yang dihasilkan dari platform produksi lepas pantai dapat diangkut ke daratan baik melalui pipa atau dengan kapal tanker. Ketika sebuah kapal tanker dipilih untuk mengangkut minyak, perlu untuk mengumpulkan minyak dalam beberapa tangki penyimpanan sedemikian rupa sehingga kapal tanker minyak tidak terus menerus diduduki selama produksi minyak, dan hanya dibutuhkan satu kali minyak yang memadai telah diproduksi untuk mengisi tanker.

Seringkali solusinya adalah kapal tanker minyak dinonaktifkan yang telah dirombak dan dilengkapi dengan fasilitas untuk dihubungkan ke *mooring buoy*. Minyak terakumulasi dalam FPSO sampai ada jumlah yang cukup untuk mengisi tanker, di mana salah satu titik kapal tanker terhubung ke buritan unit FPSO.

Desain FPSO tergantung pada daerah operasi. Di perairan tenang FPSO mungkin memiliki bentuk sederhana atau mungkin kapal tanker yang dikonversi. Garis injeksi yang

terhubung ke area kapal disebut menara yang bisa secara eksternal dan tergantung di sisi FPSO di perairan tenang seperti di Afrika Barat. Untuk lingkungan yang keras seperti Laut Utara, sebuah menara internal terletak di pusat dan di bawah FPSO dan kapal harus memiliki bentuk yang *streamline*. Hal ini untuk memposisikan diri ke arah angin dan mengurangi kekuatan lingkungan di tambatan. Semua bentuk kapal FPSO di Laut Utara dibangun secara permanen untuk ditambatkan. FPSO juga mungkin jenis platform semi-submersible dengan penyimpanan atau *cylindrically*. Jenis ini adalah ditambatkan dalam orientasi tetap.

Sebuah FPSO memiliki kemampuan untuk melaksanakan proses pemisahan minyak yang ditempatkan pada sebuah platform minyak. Jika unit tidak memiliki fasilitas tersebut itu adalah FSO (*Floating Storage and Offloading*) dan unit Pembongkaran, dan akan dioperasikan dalam hubungan dengan unit produksi seperti platform.

FSO adalah perangkat penyimpanan terapung yang merupakan bentuk sederhana FPSO tanpa kemampuan untuk pengolahan minyak ataupun gas. FSO kebanyakan merupakan *super tanker* dengan lambung tunggal tua yang telah dikonversi. Contohnya adalah *Knock Nevis*, mantan *Giant Seawise* adalah kapal yang dulunya merupakan kapal terpanjang di dunia. Kini telah dikonversi menjadi FSO untuk digunakan di lepas pantai Qatar. Sistem *mooring* untuk unit FSO dan FPSO yang tersedia di pasar juga memungkinkan kapal untuk berlabuh di lapisan es. Lempengan es dapat digunakan sebagai tempat tambat, hal ini memungkinkan FSO dan FPSO untuk bertambat di lokasi lempengan es yang berada dibawah air sekalipun.

2.1.3 Ukuran Utama

Dimensi utama dari FPSO/FSO tidak jauh berbeda dan memiliki hubungan dengan dimensi utama dari tanker yang diperdagangkan lainnya karena dianggap telah memperoleh pengalaman desain yang cukup. Kapal tanker, terutama yang dibangun pada jaman dulu, memiliki rasio L/B dan L/D yang relatif lebih tinggi. Proporsi ukuran lambung kapal untuk FSO baru cenderung mengikuti nilai-nilai rasio yang lebih rendah daripada kapal tanker pada umumnya. Hal ini diilustrasikan pada tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Contoh proporsi *Hull FPSO* dengan *Trading Tanker*

Vessel		L/B Ratio	B/D Ratio	L/D Ratio
FPSO	Actual New Build (N. Sea)	5.0	1.9	9.5
	Actual New Build (N. Sea)	5.4	1.7	8.9
	Actual New Build (Far East)	5.3	1.8	9.5
	Actual New Build (W. Africa)	5.2	1.9	9.7
	Proposed New Build (W. Africa)	4.5	2.0	8.8
	Conversion (S. America) ^a	6.2	1.8	11.3
	Conversion (W. Africa) ^a	7.3	1.6	11.5
Trading Tankers	70 – 100,000 DWT	5.6	3.0	16.7
	150 – 250,000 DWT	5.9	2.8	15.8
	250 – 350,000 DWT	5.5	1.9	10.7
	350 – 450,000 DWT	5.6	2.0	11.2

^a = Tankers built in early and late 1970s respectively.

(Sumber : OTC Paper 13210)

Rata-rata rasio yang diperoleh dari data diatas adalah sebagai berikut :

$$L / B = 5,1$$

$$B / D = 1,9$$

$$L / D = 9,2$$

Hal - hal mengenai kecepatan, stabilitas, rute, dan batasan rute berlayar tidak lagi berlaku. Menyimpang dari proporsi lambung kapal tanker pada umumnya, FPSO memberikan keleluasaan (fleksibilitas) desainer dalam mengoptimalkan ukuran utama lambung khususnya dalam menyesuaikan praktik produksinya di galangan untuk mengurangi biaya.

Pertimbangan khusus harus diberikan untuk dimensi lambung yang ekstrem. Hal ini bertujuan memastikan bahwa lambung yang akan dikerjakan sesuai kapasitas kerja galangan yang tersedia. *Building dock* kapal besar (600 x 120 m) untuk produksi massal tipe kapal standar. *Building dock* kapal kecil dengan kapasitas (380 x 70 m) kadang-kadang hanya tersedia untuk pembangunan satu desain saja, yang mungkin menguntungkan bila FSO dibangun terpisah dari jalur produksi utama. FSO yang dibangun terpisah dari jalur produksi utama dapat memberikan fleksibilitas konstruksi lebih tinggi.

Harus disadari bahwa penyimpangan yang terlalu banyak dari proporsi lambung dengan pengalaman empiris dalam pembuatan kapal tanker pada umumnya dapat mengakibatkan efek yang tak terduga dalam proses desain dan beban-beban akibat lingkungan yang berlebihan pada lambung.

Tabel 2.2 Tabel contoh ukuran utama

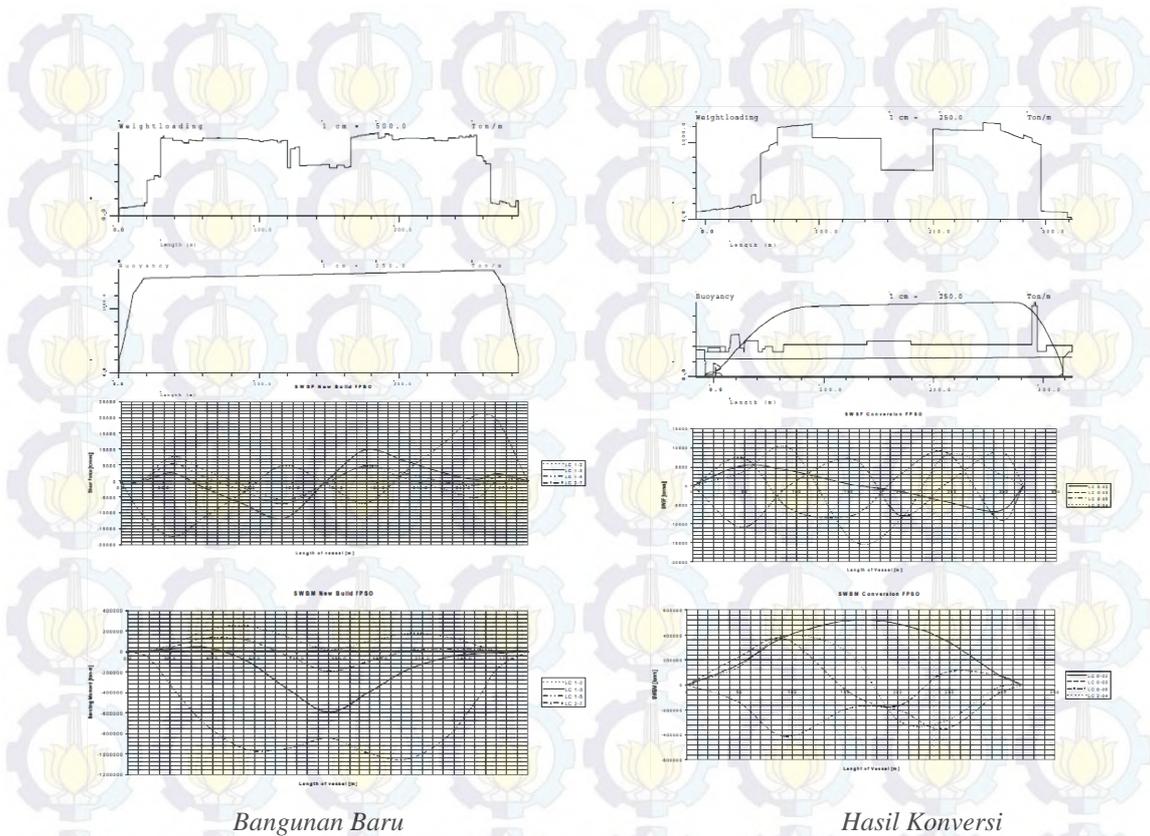
Main Particulars				
Item	Units	Conversion	New Build	
$L_{O.A.}$	m	334.94	285.00	
$L_{Moulded}$	m	318.97	276.45	
$B_{Moulded}$	m	43.74	63.00	
$D_{Moulded}$	m	27.74	32.30	
T_{Summer}	m	21.40	24.10	
Storage Capacity	bbls	1,700.000	2,200.000	
Production Capacity	bbls	100.000	200.000	
Topsides weight	tonnes	5,000	28,000	
Displacement _{Summer}	tonnes	264,284	417,000	
Hull Proportions				
$C_{B-Summer}$	-	0.86	0.96	
L/B	-	7.29	4.52	
B/T	-	2.04	2.61	
L/D	-	11.50	8.56	
B/D	-	1.58	1.95	

(Sumber : OTC Paper 13210)

Tabel 2.2 diatas memberikan dimensi utama dari dua contoh FPSO hasil dari konversi dan bangunan baru. Contoh ini diambil dari FPSO karena FSO dan FPSO memiliki kemiripan dalam karakteristik ukuran utama selain dari keterbatasan data. Perbedaan koefisien blok tampak jelas yaitu $C_B = 0.86$ untuk hasil konversi dan $C_B = 0.96$ untuk bangunan baru, meskipun kapasitas penyimpanannya tidak berbeda jauh yaitu 1.7 MBbls untuk hasil konversi dan 2.2 MBbls untuk bangunan baru.

Merancang FPSO/FSO dengan bentuk lambung kotak (*barge shaped*) menghasilkan beban air tenang yang secara signifikan berbeda dengan tanker tradisional. Penyebabnya akan dibahas di bawah melalui studi perbandingan dengan tanker yang dikonversi.

Bangunan baru dalam contoh tabel di atas dirancang dengan bentuk kotak dan konversi dalam bentuk lambung prismatic. Hal ini menghasilkan distribusi konstan gaya apung di sepanjang panjang kapal. Hal ini digambarkan pada gambar 2.1 di bawah. Kapal tanker yang dikonversi memiliki distribusi yang lebih bertahap dan daya apung mengecil di dekat ujungnya. Contoh bangunan baru memiliki berat *topsides* yang signifikan dipasang pada dek utama yaitu sekitar 28.000 ton, sedangkan dengan konversi kapal tanker memiliki berat sekitar 5.000 ton.



Gambar 2.1 Perbandingan distribusi beban pada bangunan baru dan hasil konversi
(Sumber : OTC Paper 13210)

Tinggi beban *topsides* dikombinasikan dengan kelebihan daya apung di dekat tujung kapal mengakibatkan *bending (sagging)* yang signifikan. Tanker yang dikonversi, memiliki berat *topside* yang lebih ringan dan distribusi daya apung yang lebih berjenjang menunjukkan kontribusi relatif sama antara *bending sagging* dan *bending hogging*.

2.1.4 Kontrol Berat

Seorang desainer modul *topsides* bertanggung jawab untuk mengontrol bobot *topsides* dan *C.O.G (Center of Gravity)* yang sesuai. Desainer lambung harus mengkaji dampak dari berbagai beban seperti beban *topsides* terhadap berat badan pada desain FPSO/FSO (Taco, 2001). Oleh karena itu laporan berat *topside* harus dianggap sebagai masukan untuk "Dokumen Kondisi Pemuatan, Stabilitas dan Laporan Kekuatan Memanjang ". Dalam laporan ini kelayakan dari desain keseluruhan dari FPSO/FSO divalidasi. Hal ini akan diperbaharui secara teratur selama proses desain, teknik, dan tahap konstruksi. Perhitungan didasarkan pada laporan berat aktual setelah ditambahkan dengan *margin*. Kondisi pemuatan yang relevan disyaratkan oleh *class* dan persyaratan dari otoritas setempat divalidasi dalam kombinasi dengan persyaratan

operasional agar layak. Untuk integritas FPSO secara keseluruhan, beban-beban berikut ini harus dipertimbangkan:

1. Berat badan topsides dan C.O.G.
2. Berat konstruksi lambung dan C.O.G.
3. Cargo adalah minyak mentah, termasuk konten off-spec dan air kotor.
4. Cairan lain-lain (Methanol, Marine Diesel Oil).
5. Subsea umbilical Risers and Flow Line (SURF).
6. Variasi kemungkinan berat final dari topside.

Jika tidak ada informasi rinci tersedia, harus diantisipasi peningkatan berat total dalam tahap desain. Oleh karena itu berat final harus disebar dari *topside* secara proporsional di atas modul individu dengan tetap menjaga *COG* tetap konstan. Pada praktiknya sulit untuk mendesain dengan kondisi yang terpisah antara *COG* individu dan berat untuk setiap kelompok berat. Di samping itu, sangat direkomendasikan untuk mengendalikan berat FPSO/FSO secara keseluruhan atau sebagai satu kesatuan. (*Taco, 2001*).

2.1.5 Desain Hidrostatik

Sebagai konsekuensi dari minimalisasi *ballast*, pertimbangan khusus diperlukan untuk momen lentur. Untuk kondisi penarikan (*towing*), momen lentur maksimal perlu diperhatikan karena efek momen lentur akibat gelombang telah dikurangi di tangki ruang muat.

Pada kondisi lingkungan tertentu, dianggap perlu untuk menghitung momen lentur akibat gelombang. Dalam desain umum, beban *topside* dan *mooring* dimodelkan sebagai margin untuk memastikan bahwa beban lambung yang diperkirakan tidak akan terlampaui dalam tahap desain selanjutnya.

Untuk membuat perhitungan momen lentur, gaya geser, minimum/maksimum trim, dan semua perhitungan hidrostatik lain maka harus dilakukan analisis kasus pemeliharaan untuk mengambil semua tindakan pencegahan dalam rangka menghindari *down time*. Perhitungan inilah yang akan membuktikan bahwa momen lentur dan gaya geser jatuh dalam batas yang diizinkan. (*Taco, 2001*).

2.1.6 Aturan Survey Floating Offshore Production Unit

Berdasarkan lembaga klasifikasi *Korean Register of Shipping*, survey untuk menjamin kualitas unit *offshore* digolongkan menjadi :

1. *Special Surveys*

2. *Intermediate Surveys*
3. *Annual Surveys*
4. *Docking Surveys*
5. *Surveys of Propeller Shaft and Stern Tube Shaft, Etc.*
6. *Boiler Surveys*
7. *Continuous Surveys*
8. *Alteration Survey*
9. *Occasional Surveys*

Adapun dari berbagai survey tersebut yang paling utama adalah *Special Surveys*, *Intermediate Surveys*, *Annual Surveys*, dan *Docking Surveys*. Survey lainnya merupakan bagian dari survey utama tersebut.

a. *Special Surveys*

Special surveys atau survey khusus wajib dilaksanakan dalam kurun waktu setiap 5 (lima) tahun sejak tanggal dibangun atau setelah *special surveys* sebelumnya dilakukan. *Annual surveys* atau survey tahunan yang kelima harus tetap dilakukan sebagai bagian kredit dari *special surveys*. Interval antara *special surveys* dapat dikurangi oleh lembaga yang berwenang jika diperlukan.

Survey khusus dapat dimulai pada survey tahunan keempat dan dilanjutkan dengan penyelesaian pada tahun kelima. Dimana survey khusus yang dimulai lebih awal, seluruh survey biasanya akan selesai dalam waktu 15 bulan jika pekerjaan tersebut yang akan dikreditkan ke dalam survey khusus.

Pertimbangan khusus dapat diberikan untuk kebutuhan survey khusus bila unit dengan desain yang tidak biasa. Pertimbangan dapat diberikan untuk ekstensi aturan apabila diperlukan Survei Khusus dalam keadaan yang tidak biasa.

b. *Intermediate Surveys*

Intermediate survey atau survey menengah harus dilakukan baik di survei tahunan kedua atau ketiga atau antara survei ini.

c. *Annual Surveys*

Annual survey atau survey tahunan harus dilaksanakan dalam waktu 3 bulan sebelum atau setelah setiap tanggal dibangunnya kapal.

d. Docking Surveys

Bagian bawah dari unit harus diperiksa pada interval tertentu. Pemeriksaan ini mungkin dilakukan di dalam air sebagai pengganti *dry docking* atau jika diperlukan sebuah survey di *drydock*. Selama survei ini, surveyor melakukan survei unit, kondisi struktural, sistem perlindungan korosi, sistem mooring dan sistem impor dan ekspor (jika digolongkan).

Harus ada minimal dua *docking survey* selama setiap lima tahun periode survey khusus. Satu *docking survey* tersebut akan dilaksanakan bersamaan dengan survey khusus. Dalam semua kasus, interval antara dua *docking survey* tersebut tidak melebihi 36 bulan.

Pertimbangan dapat diberikan untuk perpanjangan aturan bila diperlukan *docking survey* ketika keadaan tidak biasa. Sebuah survey dalam air mungkin diperlukan untuk ekstensi aturan survey.

e. Continuous Surveys

Survey berkelanjutan atas permintaan pemilik dan atas persetujuan dari lembaga klasifikasi yang diusulkan. Survei sistem berkelanjutan dapat dilakukan dimana persyaratan survey adalah dilakukan dalam siklus biasa untuk menyelesaikan semua persyaratan survey khusus dalam jangka waktu 5 tahun. Setiap bagian (item) yang disurvei dikreditkan lagi untuk survei sekitar 5 (lima) tahun sejak tanggal survey sebelumnya. Item *continuous survey* yang tiga (3) bulan atau lebih terlambat pada saat survey tahunan akan menjadi dasar untuk survey tahunan, tidak dikreditkan dan untuk non - dukungan dari Sertifikat Klasifikasi. Pertimbangan perpanjangan dapat diberikan oleh lembaga untuk menyelesaikan item survei. Jika cacat yang ditemukan selama survey, hal tersebut harus ditangani.

2.2 Kapal Tangki Minyak

Menurut KM no.66 tahun 2005 pengertian kapal tangki minyak (*tanker*) adalah kapal yang dibangun dan diperuntukkan untuk mengangkut minyak secara curah dalam ruang-ruang muatan termasuk kapal tangki dengan muatan kombinasi. Selain itu *The International Maritime Organization* juga memberikan pengertian kapal *tanker* yaitu kapal yang dibangun atau diadaptasi khusus untuk membawa minyak di dalam ruang kargo dan termasuk *combination carriers* dan *chemical tankers* ketika membawa muatan dalam bentuk *bulk* (curah). Minyak yang didefinisikan yaitu *petroleum* dalam beberapa bentuk, termasuk minyak mentah, bahan bakar, *sludge*, *oil refuse*, dan produk olahan. (Lamb, 2004).

2.2.1 Pengelompokan Kapal Tanker Berdasarkan Ukuran

Menurut Lamb (2004) pada buku *Ship Design and Construction Volume II*, tanker dibedakan menurut ukuran sebagai berikut :

1. *Panamax Tankers* adalah *tanker* yang berukuran 35.000 – 45.000 DWT. Kapal dengan ukuran ini umumnya dibangun untuk transit melalui Terusan Panama dengan muatan sesuai kondisi desain mereka. *Panamax Tanker* didesain untuk mengangkut produk atau minyak mentah pada jarak pelayaran pendek. Maximum *deadweight* yang bisa transit melalui Terusan Panama tidak lebih dari 60.000 DWT.
2. *Aframax Tankers* adalah *tanker* yang berukuran 70.000 – 120.000 DWT. Awalnya *tanker* ini dirancang untuk memperoleh laju terbaik di bawah skala perusahaan minyak tua *Average Freight Rate Assessment* yang hanya di bawah 80.000 DWT.
3. *Suezmax Tanker* adalah *tanker* yang berukuran 120.000 – 165.000 DWT. *Suezmax tanker* dibuat untuk transit melalui Terusan Suez dengan muatan sesuai kondisi desain mereka. Khas dari *Seuzmax* adalah memiliki *deadweight* sekitar 150.000 ton dan *payload* sekitar 1 juta *barrel*.
4. *Very Large Crude Carriers (VLCCs)* adalah *tanker* yang berukuran 200.000 – 310.000 DWT. VLCCs didesain untuk pengangkutan minyak mentah pada pelayaran yang lebih lama. Kapal ini memiliki *payload* sekitar 2 juta *barrel* untuk 270.000 – 310.000 DWT.
5. *Ultra Large Crude Carriers (ULCCs)* adalah *tanker* yang berukuran 310.000 – 500.000 DWT dan memiliki *payload* sekitar 4 juta *barrel*. *Payload* ini melebihi dari fasilitas penyimpanan yang dapat diterima pelabuhan dan ukurannya membuat jumlah pelabuhan yang dapat menampung menjadi terbatas.

2.2.2 Pengelompokan Kapal Tanker Berdasarkan Marpol 72/78 dan CAS

Sesuai Regulasi 13 G dan CAS, kapal Tangki Minyak dibagi dalam 3 kategori sebagai berikut :

1. Kapal Tangki Minyak Kategori 1 adalah kapal tangki minyak bobot mati 20.000 ton keatas mengangkut minyak mentah, bahan bakar minyak, minyak *diesel* atau minyak lumas dan bobot mati 30.000 ton keatas yang mengangkut minyak selain yang disebut diatas yang tidak memenuhi persyaratan untuk kapal tangki minyak baru sebagaimana diuraikan dalam Regulasi 1 (26) dari MARPOL *Annex I*.
2. Kapal Tangki Minyak Kategori 2 adalah kapal tangki minyak bobot mati 20.000 ton keatas mengangkut minyak mentah, bahan bakar minyak, minyak *diesel* atau minyak

lumas dan bobot mati 30.000 ton keatas yang memenuhi persyaratan Regulasi 1 (26) dari MARPOL Annex I.

3. Kapal Tangki Minyak Kategori 3 adalah kapal tangki minyak bobot mati 5000 ton keatas tetapi kurang dari yang diuraikan dalam (a) atau (b) diatas.

2.2.3 Pengelompokan Kapal Tanker Berdasarkan Jumlah Lambung Kapal

Berdasarkan jumlah lambung, kapal *tanker* dibagi menjadi dua, yaitu :

1. *Single Hull Tanker* (SHT) adalah kapal tangki minyak yang hanya memiliki satu lambung (*single hull*).
2. *Double Hull Tanker* (DHT) adalah kapal tangki minyak dengan lambung ganda (*double hull*).

2.3 Galangan Kapal

Bangunan kapal bisa disebut sebagai sebuah seni, dilakukan oleh seniman yaitu perancang kapal. Itu berarti sang seniman merancang ukuran dan bentuk kapal berdasarkan pikiran mereka tanpa ada perhitungan maupun gambar yang detail, hanya berdasarkan pengetahuan dan pengalaman. Seniman hanya merangkai sebuah kapal dari material mentah, pada waktu itu adalah kayu. Seiring berjalan waktu, kapal tidak lagi dibangun dari kayu dan oleh seniman tanpa adanya perhitungan, namun dibangun dengan material baja dengan perhitungan stabilitas, kekuatan, dan hidrodinamika oleh teknisi yang terlatih. (*Schlott, 1980*).

Secara umum galangan kapal dapat diartikan sebagai tempat yang dirancang untuk mengerjakan bangunan bangunan kapal baru dan perbaikan kapal (Stortch, 1989). Galangan kapal biasanya dibangun di lahan yang luas karena objek pengerjaan yang begitu besar di sertai fasilitas pendukung guna menunjang aktifitas yang terkait dengan pembangunan ataupun perbaikan kapal.

2.3.1 Sarana Pokok Galangan Kapal

Untuk dapat beroperasi galangan kapal harus memiliki sarana pokok dan sarana penunjang (*Soeharto dan Soejitno,1996 ; Cornick, 1968 ; Schlott, 1980*). Untuk galangan kapal bangunan baru, salah satu sarana berikut harus dimiliki, yaitu :

- *Building berth*
- *Building dock*
- *Lift dock*

Sedangkan untuk galangan reparasi diperlukan salah satu dari sarana pokok berikut, yaitu:

- *Slipway*
- *Graving Dock*
- *Lift Dock*

a. *Slipway*

Slipway merupakan salah satu bentuk sarana pokok untuk reparasi kapal yang paling sederhana untuk menaikkan dan menurunkan kapal yang akan direparasi. konstruksi *slipway* terdiri dari rel yang dipasang pada landasan beton seperti pada building berth dan kereta (*cradle*) di atasnya. *Cradle* dapat dinaikturunkan di atas rel dengan bantuan kabel baja (*slink*) yang ditarik mesin derek (*winch*). *Slipway* terdiri dari 2 (dua) macam, yaitu : *slipway* memanjang dan melintang.

Panjang *slipway* didesain tidak boleh kurang dari 2.5 kali panjang kapal yang paling besar yang akan dikerjakan di atas *slipway* tersebut (*Cornick, 1968*), R.R. Manikin memberikan formula untuk menghitung panjang *slipway* sebagai berikut:

$$L = 2 + s(d + h) + 20 \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

L = panjang Horizontal

s = jarak horizontal kemiringan

d = sarat kapal kosong

h = tinggi block di atas rel

Slipway ada dua jenis :

1. *Slipway* memanjang
2. *Slipway* melintang

Keuntungan dari *slipway*:

1. Pengoperasiannya lebih mudah, murah, dan lebih cepat dibandingkan tipe sarana pokok yang lain.
2. Sangat efektif untuk reparasi dan bangunan baru
3. Kapasitas angkatnya cukup besar
4. Pengembangan kapasitas produksi kerja murah
5. Biaya pembuatan cukup murah

Komponen *slipway* :

1. Landasan beton

Yaitu sebagai dasar rel terbagi atas landasan peluncuran dan landasan pemindah.

2. *Track*/rel

Yaitu sebagai tempat *shifter*.

3. *Shifter*

Yaitu tempat menaikkan, menurunkan dan memindahkan kapal beserta *cradelenya* dari permukaan air.

4. *Cradle*

Yaitu kereta untuk memindahkan kapal dari *berth* ke *shifter*.

5. *Winch*/Derek

Yaitu alat untuk menarik *Shifter*.

Keuntungan menggunakan *slipway* sebagai sarana pendedokan dari segi ekonomis relatif murah sehingga dalam pemilihan sarana pendedokan umumnya dianalisa apakah *slipway* layak. Kemudian dari segi teknis *slipway* dianalisa daerah peluncuran/penaikan kapal, sehingga membutuhkan daerah perairan terbuka dan membutuhkan areal tanah yang panjang untuk tipe *end launching* dan areal tanah yang luas untuk tipe *side launching*.

b. *Graving Dock*

Graving dock adalah tempat untuk membangun atau mereparasi kapal dimana bentuknya seperti kolam dengan konstruksi beton yang terletak ditepi pantai/laut. Antara konstruksi kolam dan laut disekat oleh pintu yang kedap air.

Cara kerja bila dibangun kapal baru, pintu ditutup kemudian air di *dock* dikosongkan dengan cara memompa air keluar. Sedangkan bila reparasi, kapal dimasukkan, kemudian pintu ditutup, air dipompa keluar dan dibawah kapal diberikan penumpu penumpu yang akan menopang kapal.

c. *Floating Dock*

Merupakan tipe *dock* yang portable sehingga dapat dengan mudah dipindahkan. *Floating dock* dibuat dari baja sehingga biaya perawatan cukup mahal. Proses pendedokan dengan cara menenggelamkan dan mengapungkan dock pada sarat air tertentu dibantu dengan pompa pompa pengisi. Hal terpenting pada saat pendedokan adalah urutan pengisian air ke dalam kompartemen atau *pontoon* agar tidak terjadi defleksi yang berlebihan pada konstruksi *floating dock* tersebut.

Keuntungan penggunaan *floating dock* adalah biaya pembuatan untuk kapasitas yang sama lebih murah dari pada *graving dock*, dapat dipindahkan ketempat lain, dapat mengangkat kapal yang lebih panjang dari docknya sendiri serta dapat melakukan self docking apabila mengalami kerusakan. Sedangkan kerugiannya adalah biaya perawatan yang mahal, hanya untuk menguntungkan pekerjaan reparasi, umur pemakaian relative pendek dibandingkan dengan tipe yang lain karena pengaruh korosi, memerlukan perairan yang tenang untuk menjaga stabilitas kapal diatas dock serta memerlukan perairan yang dalam.

2.3.2 Perencanaan Tata Letak Galangan

Perencanaan tata letak galangan kapal merupakan suatu proses yang sangat penting untuk dilakukan sebaik mungkin. Adapun langkah-langkah yang ditempuh adalah sebagai berikut :

1. Jenis proses produksi

Proses produksi kapal terdiri dari 2 jenis kegiatan pokok yaitu hull construction dan outfitting work. Jenis kegiatan ini perlu disusun dalam bentuk arus kegiatan / material sejak dari kedatangan material sampai dengan kapal siap diserahkan.

2. Arah Masuk/Keluaran *Material Flow*

Titik awal (*starting point*) dan titik akhir (*ending point*) dari proses produksi tersebut akan sangat ditentukan oleh metode pengiriman material/bahan baku (dengan menggunakan transportasi laut maupun darat). Titik dimana material tersebut datang merupakan starting point dari urutan produksi yang telah direncanakan termasuk kemudian pada area lahan yang tersedia.

3. Perhitungan Lokasi Fasilitas Utama

Pehitungan luas area masing masing fasilitas yang diperlukan sesuai dengan kapasitas produksi per tahun yang telah disepakati bersama. Area produksi yang perlu diperhitungkan luasnya tersebut adalah : gudang pelat/profil, bengkel persiapan/perawatan material, bengkel fabrikasi, bengkel *sub assembly / assembly*, *building berth / building dock* dan bengkel *outfitting* lainnya.

4. Penentuan Lokasi Fasilitas Utama

Peletakan lokasi fasilitas utama galangan adalah acuan dari perencanaan lokasi fasilitas penunjang lainnya. Dengan memperhatikan *ploting* yang telah dilaksanakan pada area lahan tersebut, maka fasilitas utama galangan dilektakkan pada proporsi urutan produksi yang ditetapkan.

5. Penentuan Lokasi Fasilitas Penunjang

Peletakkan fasilitas penunjang merupakan suatu pekerjaan perancangan, sehingga dapat terjadi beberapa kali perubahan (*trial and error*) dengan memperhatikan faktor keselamatan kerja, efisiensi dan pemanfaatan lahan yang secara optimal.

2.3.3 Tujuan Perencanaan Letak

Tujuan utama yang ingin dicapai dalam perancangan tata letak industri galangan pada dasarnya adalah meminimalkan biaya atau meningkatkan efisiensi dalam pengaturan segala fasilitas produksi dan area kerja. Disamping juga untuk mendapatkan tempat kerja yang nyaman, system kerja yang teratur serta kemudahan dalam perawatan keseluruhan system. Sedangkan tujuan penataan sarana produksi adalah (*Apple, 1997*):

- Mengurangi jarak kerja material handling,
- Tidak terganggunya frekuensi produksi,
- Mempermudah perawatan sarana produksi,
- Menekan investasi dan ongkos produksi,
- Meningkatkan keselamatan kerja,
- Meningkatkan efisiensi produksi,
- Meningkatkan mutu hasil produksi,
- Memudahkan pengawasan.

Baik buruknya penataan area produksi dan layout perusahaan akan menentukan efisiensi produksi, laba perusahaan serta ketangguhan perusahaan. Hal ini berlaku pula untuk sebuah galangan kapal (*Soeharto, 1996*). Adapun beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam penyusunan lay out galangan, antara lain:

- Produk yang dihasilkan,
- Urutan produksi,
- Kebutuhan ruangan yang memadai,
- Peralatan atau mesin mesin,
- Maintenance dan replacement,
- Keseimbangan kapasitas,
- Minimum pergerakan material,
- Tempat kerja karyawan,
- *Service area*,

- *Waiting area* (tempat menyimpan material untuk menunggu proses selanjutnya),
 - *Plan climate* (pengaturan udara dan suhu dalam ruangan).
- Pertimbangan utama dalam penyusunan lay out galangan kapal adalah aliran material, kapasitas produksi, sarana dan prasarana serta tuntutan efisiensi yang tinggi.

2.4 *International Safety Guide for Oil Tanker and Terminal (ISGOTT)*

Pada proses konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO yang dilakukan di galangan, tidak berbeda jauh dengan proses reparasi kapal tanker itu sendiri. ISGOTT menjelaskan tentang bagaimana cara melaksanakan prosedur keselamatan pada kapal tanker beserta terminalnya, tetapi dari buku pedoman ini akan diuraikan bagaimana penerapan prosedur keamanan untuk pekerjaan reparasi kapal tanker pada dok dan galangan kapal.

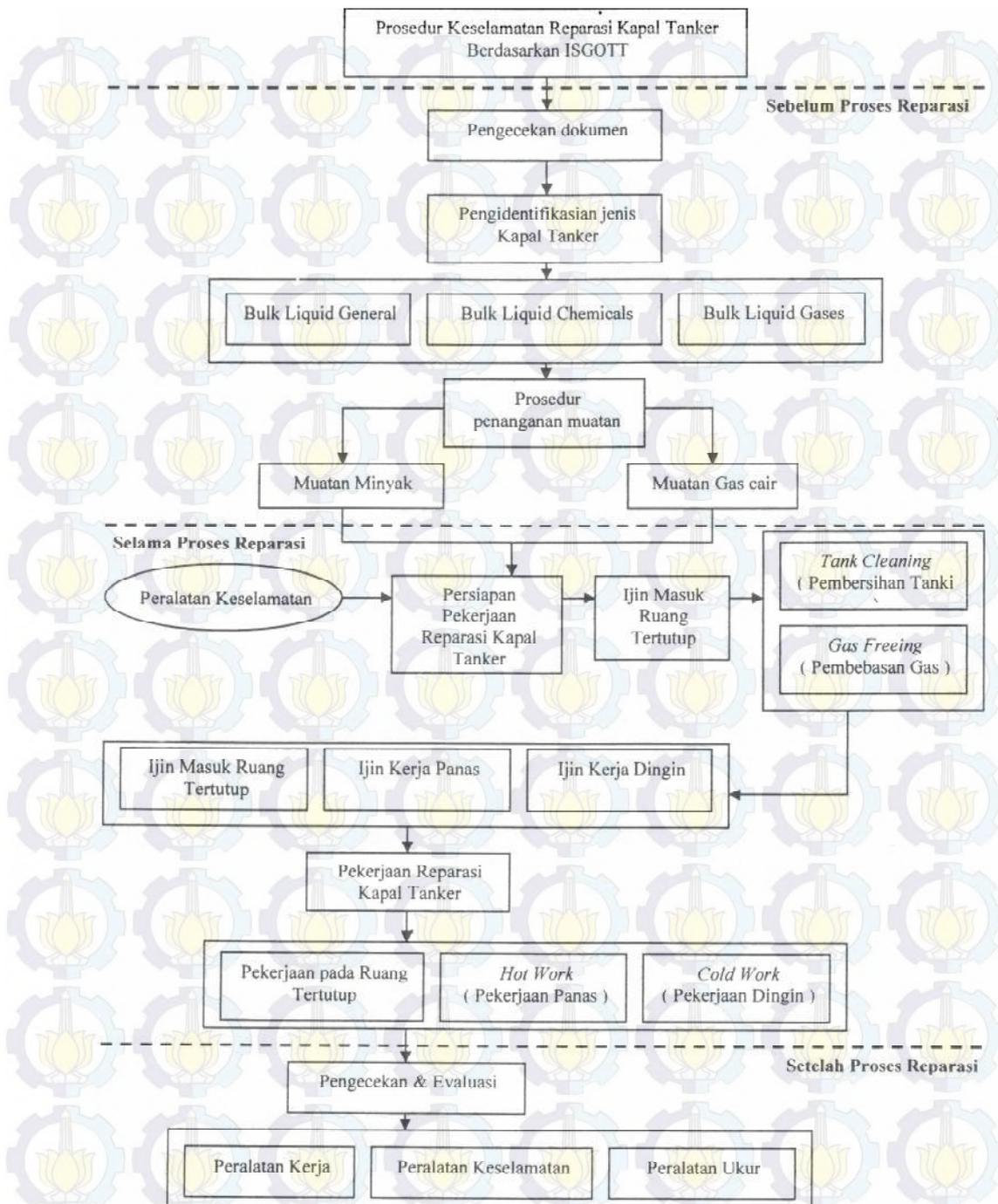
Penerapan ISGOTT termasuk sertifikasinya tidak diwajibkan, terutama pada galangan kapal. Akan tetapi dengan adanya penerapan ISGOTT dan sertifikasi ISGOTT yang dikeluarkan oleh *International Chamber of Shipping (ICS)*, *Oil Companies International Maritime Forum (OCIMF)* dan *International Association of Port and Harbours (IAPH)* maka pihak galangan akan mendapatkan beberapa keuntungan, diantaranya adalah :

- Adanya kepercayaan pihak owner pada saat kapalnya direparasi,
- Pihak asuransi akan semakin percaya terhadap galangan,
- Biaya klaim dan biaya yang timbul akibat kecelakaan dapat dikurangi.

Selain keuntungan di atas, yang tak kalah penting adalah dengan adanya jaminan keselamatan kapal tanker pada saat reparasi yang dibuktikan dengan sertifikasi ISGOTT maka jumlah kapal tanker yang melakukan reparasi pada galangan kapal akan semakin bertambah.

Dari uraian diatas, jelas sekali terlihat bahwa penerapan dan sertifikasi ISGOTT pada galangan diperlukan bukan karena sifatnya yang wajib, tetapi karena kebutuhan galangan itu sendiri dalam menjamin keselamatan pekerja dan kapal pada proses pekerjaan reparasi, sehingga biaya klaim dari pemilik kapal dan biaya yang ditimbulkan akibat kecelakaan dapat diminimalisir.

Berikut ini alur atau proses penerapan yang diambil berdasarkan ISGOTT (*The International Chamber of Shipping, The Oil Companies International Maritime Forum, The International Association of Port and Harbours. International Safety Guide for Oil Tankers & Terminals (ISGOTT) - Fourth Edition, Witherby & Co, 1996.*):



Gambar 2.2 Skema prosedur keselamatan reparasi kapal tanker berdasarkan ISGOTT
(Sumber : Tugas Akhir ITS 2007, Rudy Juanto)

2.4.1 Pengecekan Dokumen

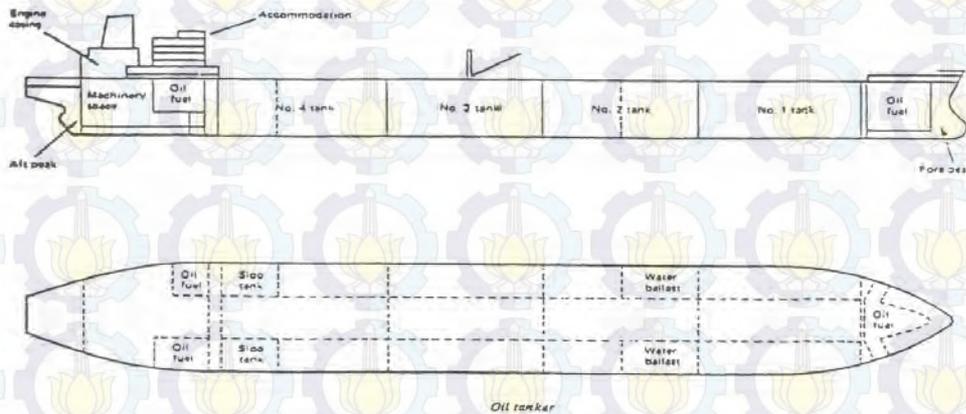
Sebelum kapal masuk ke dalam dok, kelengkapan dokumen harus diperiksa. Data kapal seperti ukuran utama kapal, gambar - gambar konstruksi kapal, jenis muatan dan data - data yang diperlukan untuk proses reparasi kapal harus diserahkan pada pihak galangan. Dari data dan dokumen kapal, galangan kemudian memeriksa apakah apa yang diberikan sudah lengkap atau belum. Setelah data dan dokumen kapal lengkap maka kapal dapat masuk kedalam dock.

2.4.2 Jenis Kapal Tanker

Kapal tanker memiliki jenis dan type yang berbeda – beda, selain berdasarkan ukurannya kapal tanker dapat dibedakan menurut jenis muatannya. Menurut jenis muatannya kapal tanker dapat dibedakan menjadi tiga (Tanker practice, FTK-ITS), yaitu :

a. Bulk Liquid General

Kapal tanker yang jenis muatan yang diangkut adalah minyak. Minyak yang diangkut dapat berupa minyak olahan (*white product*) atau minyak mentah (*crude oil*).



Gambar 2.3 Lay Out Oil Tanker
(Sumber : ISGOTT 1996)

b. Bulk Liquid Chemicals

Kapal tanker jenis ini mengangkut muatan bahan kimia, misalnya kapal tanker yang mengangkut amonia.

c. Bulk Liquid Gases

Muatan dari kapal tanker ini adalah gas yang diantaranya mengangkut LPG (*Liquid Petroleum Gas*) dan LNG (*Liquid Natural Gas*)

2.4.3 Prosedur Penanganan Muatan

Karena karakteristik kapal tanker yang berbeda dengan kapal - kapal lain, maka pada penanganan muatan pada kapal tanker juga harus dibedakan, sehingga resiko kecelakaan dapat dihindari. Penanganan muatan pada kapal tanker dibedakan berdasarkan muatannya, yaitu :

- Untuk Kapal Tanker dengan muatan Minyak

Prosedur penanganan muatan untuk kapal tanker dengan muatan minyak adalah:

1. Para pekerja yang bekerja pada saat reparasi kapal tanker harus patuh dengan larangan merokok dan regulasi keselamatan lainnya.

2. Jika pelindung lubang palka permanen tidak cocok, pelindung sementara seharusnya disediakan untuk menghindari resiko dari percikan yang akan disebabkan pengungkit hatch coaming lubang palkah samping dan pegangan tangga.
 3. Semua pengungkit ukurannya harus tepat untuk memudahkan pergantian penutup lubang palkah dengan kelonggaran yang besar.
 4. Gantungan tali fiber, jaring muatan (*cargo nets*) pada tali kawat atau rantai gantung seharusnya digunakan untuk mengendalikan drum bebas.
 5. Barang - barang yang ada seharusnya didata dan diamankan. Kayu penyangga seharusnya diangkut oleh gear pengangkut kayu penyangga dengan jaring pengaman. Jika barang atau muatan tidak ditempatkan pada kayu penyangga tempat barang atau muatan maka gantungan tali fiber juga dapat digunakan. *Cargo nets* digunakan untuk barang - barang yang mudah rusak
 6. Rusaknya tabung seharusnya dapat diatasi cukup dengan *cargo nets* yang mata jalanya kecil.
 7. Setiap muatan sebaiknya diperiksa dari kebocoran / kerusakan sebelum dikemas, agar nantinya tidak membahayakan dan jika ditemukan kerusakan yang membahayakan maka sebaiknya dibatalkan
 8. Muatan sebaiknya diganjal pada deck atau palkah
 9. Setiap barang tidak boleh diletakan atau ditarik melintang pada deck dan ruang muat dan juga tidak boleh bebas bergeser atau berguling.
 10. Kaleng dan drum dimasukan dengan caps dan ditutup
 11. Bila diperlukan untuk mengamankan muatan, setiap deretan tingkat dipisahkan menggunakan ganjal. Ketinggian untuk setiap muatan demi keamanan didasarkan pada ukuran dan kekuatan kemasan.
 12. Tidak boleh ada material yang mudah mencemari dan menimbulkan kebakaran. Penting untuk melindungi bahan - bahan alami yang mudah terbakar dengan kemasan yang tepat.
- Untuk Kapal Tanker dengan Muatan Gas Cair
Prosedur penanganan muatan untuk kapal tanker dengan muatan gas cair adalah:
 1. Wadah bertekanan digunakan untuk melindungi dari kerusakan fisik akibat muatan lain.
 2. Wadah bertekanan tidak boleh ditempatkan dengan muatan yang berat.

3. Katup harus dilindungi dari apapun bentuk kerusakan fisik
4. Tabung penyimpanan di bawah deck harus berada pada kompartemen atau ruang yang berventilasi serta dijauhkan dari semua sumber panas dan daerah kerja.
5. Tabung oksigen harus dipisahkan dengan tabung gas yang mudah terbakar
6. Temperatur dijaga tetap rendah dan ditahan agar tidak lebih dari 50° C
7. Kontainer gas cair harus disemprot air jika muatan dikeluarkan dan terkena sinar matahari langsung.
8. Deck harus dibasahi atau di lembabkan

Bahan atau muatan yang ada pada kapal tanker merupakan bahan yang berbahaya. Menurut acuan dari IMDG (*International Maritime Dangerous Goods - IMO*) dan ADG (*Australia Dangerous Goods*) bahan atau muatan yang berbahaya dan beracun, yaitu :

Tabel 2.3 Bahan berbahaya dan beracun menurut IMDG dan ADG

Kelas	Jenis Bahan	Contoh
1	<i>Explosive</i>	<i>TNT, Nitro glycerine, Amunisi, blasting agents</i>
2	<i>Gases</i>	<i>Asitilen, CO, helium, nitrogen,</i>
3	<i>Flammable Liquids</i>	<i>Petroleum, ether, kerosene</i>
4	<i>Flammable Solids</i>	<i>Mg, powdered zinc, carlcium, carbide</i>
5	<i>Oxidizing agents & Organic peroxides</i>	<i>Ammonia, hydrogen, peroxide</i>
6	<i>Poisonous & Infection substances</i>	<i>Pesticide, arsenic</i>
7	<i>Radioactive substance</i>	<i>Uranium, thorium, radon</i>
8	<i>Corrosives</i>	<i>Sulphuric acid, nitric acid</i>
9	<i>Miscellaneous dangerous goods</i>	<i>Dry ice, waste</i>

(Sumber : ISGOTT 1996)

2.4.4 Persiapan Pekerjaan Reparasi Kapal Tanker pada Dok

a) Memasuki Ruang Tertutup

Sehubungan dengan kemungkinan berkurangnya kadar oksigen dalam tangki, adanya gas hidrokarbon, gas beracun di dalam tangki, *cofferdam*, tangki dasar ganda, atau ruang terbatas lainnya sebaiknya harus ada dan diterapkan prosedur-prosedur untuk pengamanan dalam memasuki ruangan tersebut. Setiap personil seharusnya berkonsultasi kepada petugas yang bertanggung jawab tentang ijin memasuki ruang tertutup.

Kewajiban dari petugas K3 adalah memeriksa kadar udara dalam kompartemen, ventilasi ruangan, memastikan semua prosedur dilaksanakan, perlengkapan keselamatan kerja tiap-tiap personil, dan ijin masuk ruang tertutup.

b) Pembebasan Gas (*Gas Free*)

Sebelum dan sesudah pelaksanaan pembebasan gas (*gas free*), petugas yang berwenang memastikan bahwa semua rambu dan prosedur telah terpasang pada daerah yang dimaksud. Semua pelaksana pekerjaan di lapangan harus diperingati sebelumnya bahwa akan ada pelaksanaan *gas free*. Semua petugas yang berada di sekitar kapal maupun di dalamnya harus diperingati dan diperiksa akan kelengkapan peralatan keselamatannya.

Dalam peraturan umum, pelaksanaan *gas free* tidak boleh bersamaan dengan proses bongkar muat. Jika hal ini terpaksa untuk dilakukan, maka harus ada konsultasi dan persetujuan oleh pihak perwakilan owner dan galangan.

Rekomendasi berikut berlaku untuk pelaksanaan pembebasan gas (*gas free*) pada tangki muatan :

- Semua bukaan pada tangki harus dalam keadaan tertutup hingga dioperasikannya ventilasi pada masing-masing tangki
- Kipas angin atau blower hanya boleh digunakan jika alat tersebut mengkonsumsi energi secara hidrolis, pneumatik, atau dengan sistem uap. Dipastikan bahwa alat-alat pensuplai udara yang dipakai tidak menimbulkan bahaya kebakaran.
- Sistem ventilasi yang dipakai waktu pelaksanaan pembebasan gas (*gas free*) seharusnya dengan metode yang telah disetujui oleh pihak terkait dan diusahakan lubang perangan untuk sirkulasi keluar masuknya gas disesuaikan dengan tingkat perangan dan jumlah bukaan tangki dan juga dikontrol untuk bisa menghasilkan kecepatan yang cukup untuk mengeluarkan gas dari tangki.
- Pengatur suhu udara masuk atau sistem ventilasi mekanis harus juga dipergunakan untuk mencegah masuknya gas bahan bakar.
- Jika suatu waktu dicurigai adanya gas yang masuk ke ruang akomodasi maka ventilasi mekanis tersebut diatas dimatikan dan semua lubang / bukaan ditutup.
- Semua sambungan antara tangki muatan dan *blower* harus diputus kecuali *blower* sedang digunakan.
- Jika tangki memakai sistem ventilasi bercabang maka tiap-tiap tangki harus diisolasi untuk mencegah menjalarnya gas dari tangki lain.

- Kipas angin atau blower diletakkan pada tempat yang tepat sehingga semua bagian tangki dapat menerima peranginan dengan kuantitas yang sama.
- Pada tahap penyelesaian *gas free* di semua tangki, dibutuhkan waktu 10 menit sebelum dilakukan pengukuran. Semua bukaan kecuali lubang palkah diatas deck (ventilasi) harus ditutup.

c) **Pembersihan Tangki (*Tank Cleaning*)**

Sebelum dan sesudah pelaksanaan pembersihan tangki, petugas yang berwenang rnemastikan bahwa semua rambu dan prosedur telah terpasang pada daerah yang dimaksud. Semua pelaksana pekerjaan di lapangan harus diperingati sebelumnya akan ada pelaksanaan pembersihan tangki. Semua petugas yang berada di sekitar kapal maupun di dalamnya harus diperingati dan diperiksa akan kelengkapan peralatan keselamatannya.

Dalam peraturan umum, pembersihan tangki tidak boleh bersamaan dengan proses bongkar muat. Jika hal ini terpaksa untuk dilakukan, maka harus ada konsultasi dan persetujuan oleh pihak perwakllan owner dan galangan.

- **Pengujian Slang untuk Proses Pembersihan Tangki**

Semua slang-slang perlengkapan sebelumnya harus diuji untuk memastikan kondisinya baik dan harus mempunyai tahanan lebih dari 6 ohms per meter panjang.

- **Memasuki Tangki Muatan**

Tak seorang pun boleh masuk ke dalam tangki tanpa ada ijin dari petugas yang bertanggung jawab dan semua peringatan telah diberitahukan, termasuk perlunya surat ijin masuk ruang terbatas.

- **Pembersihan dan Pencucian Tanki**

a. **Macam Udara dalam Tangki**

Udara tangki terbagi atas :

- Bersifat inert : Suatu kondisi udara yang tidak bisa terbakar karena tercampur dengan gas inert. Kadar oksigen yang ada di dalam tangki tidak boleh lebih dari 8%.
- Kador Udara Rendah : Suatu kondisi udara yang tidak bisa terbakar karena adanya reduksi hidrokarbon dalam udara dibawah daerah batas terbakar bawah.
- Kadar Udara Tinggi: Suatu kondisi udara diatas daerah batas terbakar.
- Kadar Udara yang Tak Terdefinisi : Suatu kondisi udara yang tidak tentu apakah dibawah atau diatas daerah batas terbakar.

b. Pembersihan Udara yang bersifat Inert

Udara yang tercampur dengan gas inert sewaktu pembersihan tangki harus bisa terpantau setiap saat dan terus-menerus.

Pembersihan dilakukan :

- Bila kadar oksigen dalam tangki melebihi 8 %.
- Tekanan udara dalam tangki tidak menunjukkan angka positif lagi.

c. Pembersihan Kadar Udara Rendah

Hal-hal yang harus diperhatikan :

- Sebelum pencucian, dasar tangki harus disembur dengan air. Sistem pipa dari pompa muatan, persimpangan antar pipa dan sambungannya harus juga disembur dengan air.
- Sebelum pencucian, tangki harus diberi peranganin untuk mengurangi konsentrasi gas dalam ruangan tersebut hingga 10% atau kurang dari batas daerah terbakar bawah.
- Jika tangki mempunyai sistem ventilasi yang saling berhubungan dengan tangki-tangki lain, maka tangki tersebut harus diisolasi untuk mencegah merambat / masuknya gas dari tangki lain.
- Jika mesin pencuci yang digunakan bersifat portable, maka semua sambungan slang harus dibuat dan diuji untuk mampu menerima input listrik sebelum mesin tersebut dimasukkan ke dalam tangki.
- Selama pencucian tangki dilaksanakan, pengetesan gas dalam ruangan tetap dilakukan hingga mencapai tingkatan tertentu. Pencucian harus dihentikan jika konsentrasi gas mencapai 50% dari batas daerah terbakar bawah.
- Tangki dijaga agar tetap dalam kondisi basah selama pencucian.
- Bekas air cucian tidak boleh digunakan lagi.
- Uap air tidak boleh dimasukkan ke dalam tangki selama pencucian.
- Bahan kimia aditif boleh dipakai untuk menjaga agar suhu dari air pencuci tidak lebih dari 60°C.
- Air pencuci boleh dipanasi, tapi jangan sampai melebihi suhu 60°C.

d. Pembersihan Kadar Udara yang Tak Teridentifikasi

Pada kondisi udara yang tak teridentifikasi, uap yang timbul bisa saja akan menyebabkan timbulnya sumber nyala api. Salah satu cara untuk menghindarinya adalah dengan memastikan bahwa tidak adanya sumber-sumber penyalan.

Tindakan pencegahan berikut yang harus dilaksanakan untuk mencegah timbulnya listrik statis adalah sebagai berikut :

- Tidak digunakannya mesin yang mempunyai debit rebih besar dari 60 m³/jam.
- Total air yang masuk ke dalam tangki muatan dijaga serendah mmgkin agar tidak melebihi kapasitas 180 m³/jam.
- Air bekas cucian tidak boleh digunakan lagi.
- Bahan kimia aditif boleh dipakai untuk menjaga agar suhu dari air pencuci tidak lebih dari 60°C.
- Air pencuci boleh dipanasi, tapi tidak melebihi suhu 60°C
- Uap air tidak boleh dimasukkan ke dalam tangki selama pencucian.
- Tangki dijaga agar tetap dalam kondisi basah selama pencucian.
- Semua sambungan slang hams dibuat dan diuji untuk mampu menerima input listrik sebelum mesin tersebut dimasukkan ke dalam tangki.
- Sumber bunyi dan pemakaian peralatan lainnya harus terpasang jika digunakan jenis pipa suara.

e. Pembersihan Kadar Udara Tinggi

Pada kondisi ini diberlakukan prosedur yaitu setelah proses pencucian selesai harus disertai dengan pemeriksaan khusus untuk mencegah menjalarnya udara dari tangki-tangki lainnya. Metode pencucian jenis ini hanya boleh dilaksanakan oleh seorang operator resmi dan juga harus mendapat penanganan dari pihak / supervisi yang telah terlatih.

Pencucian jenis ini tidak boleh dilaksanakan bahkan tidak dapat dilanjutkan jika kadar konsentrasi gas hidrokarbon dalam tangki kurang dari 15%.

f. Penyemprotan dengan Air

Penyemprotan air pada tangki yang didalamnya terdapat sejumlah minyak akan dapat menghasilkan listrik statis pada permukaan cairan. Tangki yang didalamnya terdapat minyak harus selalu dipompa keluar tangki sebelum diadakan pencucian dengan air kecuali tangki drjaga dalam kondisi inert.

• Pencucian dengan Minyak Mentah (*Crude Oil Washing*)

a. Pengertian

Minyak mentah yang telah diberi sistem gas inert dapat dipakai sebagai media untuk proses pencucian. Hal ini bisa dilaksanakan saat kapal di pelabuhan ataupun sedang beroperasi.

b. Perhatian Khusus

Jika dilaksanakan pencucian dengan media minyak mentah selama muatan dalam keadaan kosong, maka master kapal segera menginformasikan kepada pihak galangan / yang berwenang dalam waktu paling lambat 24 jam setelah kedatangan kapal.

c. Mesin Pencuci Tangki

Hanya dengan mesin cuci permanen saja yang boleh digunakan untuk proses pencucian dengan media minyak mentah.

d. Pemantauan Udara dalam Tangki

Kadar oksigen dalam tangki tidak boleh melebihi 8%.

e. Menghadapi Kebocoran

Sebelum kapal tiba di galangan dimana akan dilaksanakannya pencucian dengan media minyak mentah ini, maka tangki-tangki harus telah diuji tekanan udaranya dan dipastikan tangki tidak bocor.

Perlengkapan atau mesin cuci yang digunakan dalam hal ini harus diperiksa dan dipastikan kondisinya baik.

Selama pelaksanaan pencucian ini, semua sistem harus bisa terpantau dengan baik sehingga apabila terjadi kebocoran segera diketahui dan dapat segera diperbaiki.

- **Prosedur Khusus Pembersihan Tangki**

Pada kapal tanker dengan muatan tertentu, pencucian tangki - tangki hanya bisa dengan uap, bahan aditif, atau jenis bahan kimia tertentu disamping digunakan air bersih.

Pencucian dengan uap bisa dilaksanakan pada tanki yang telah dikenai gas inert, dicuci dengan air bersih dan telah di-*gas free*. Konsentrasi kadar gas yang berbahaya tidak boleh melebihi 10 %o dari batas daerah terbakar bawah. Langkah pencegahan harus diambil untuk menghindari tekanan uap yang berlebihan dalam tangki.

2.4.5 Sistem Ijin Kerja

Tujuan dari Sistem Ijin Kerja adalah untuk membuat suatu metode sistematis yang dapat mengetahui dan mengatasi resiko yang berhubungan dengan pekerjaan tidak rutin yang terjadi di daerah terlarang atau tempat lainnya, terutama resiko terhadap personel, fasilitas atau peralatannya.

a) Ijin Masuk Ruang Tertutup

Ijin memasuki daerah tertutup atau terbatas diberlakukan bagi petugas, untuk memasuki / mendekati suatu daerah yang mengandung bahan atau gas beracun dan kurang oksigen.

Tempat atau peralatan yang termasuk dalam hal ini adalah sebagai berikut :

- *Barges* (kapal apung/tongkang),
- Tangki dan drum penyimpanan,
- Bejana (vessel).

b) Ijin Kerja Panas

Tujuan dari ijin kerja panas adalah untuk mengontrol atau mengawasi pelaksanaan pekerjaan yang menggunakan api terbuka yang dapat menimbulkan kebakaran atau ledakan. Ijin kerja panas dibutuhkan untuk pekerjaan didalam daerah tertutup yang berpotensi menimbulkan nyala api, misalnya :

- Las, Patri, solder.
- Paku keeling, gerinda atau gergaji (logam).
- Semua peralatan yang menggunakan tenaga listrik, dan lain - lain.

Jika tidak ada ijin kerja panas, maka semua pekerjaan yang berhubungan dengan api / panas tidak dapat dilaksanakan.

c) **Ijin Kerja Dingin**

Tujuan dari ijin kerja dingin adalah untuk mengontrol pelaksanaan pekerjaan yang tidak menimbulkan bunga api. Yang termasuk pekerjaan dingin misalnya :

- Tes tekanan dari proses dan peralatanya
- Pengecatan badan kapal
- Pembersihan secara kimiawi, dan lain - lain

2.4.6 **Pekerjaan Reparasi Kapal**

Enclosed Space Entry (Memasuki Ruang Tertutup)

▪ **Pengertian**

Ruang tertutup merupakan ruangan dengan akses terbatas dimana tidak adanya ventilasi dan udara pun kemungkinan besar berbahaya karena adanya gas hidrokarbon, gas beracun, gas inert dan pengurangan kadar oksigen- Pengertian tersebut termasuk tangki muatan, tangki *ballast*, tangki bahan bakar, *cofferdam*, sistem pipa dan lain sebagainya.

Banyak hal fatal yang dapat terjadi dalam ruang tertutup pada semua jenis kapal tanker karena lalai mematuhi prosedur yang ada untuk masuk kedalamnya.

• **Bahaya terhadap Pernapasan**

Bahaya terhadap pernafasan dari berbagai sumber bisa saja terjadi di ruang tertutup, seperti salah satu dari hal berikut ini :

- Zat pencemar pernafasan yang mempunyai hubungan dengan uap organik termasuk dari bau hidrokarbon, bensin, toluena, gas hidrogen sulfid, bahan sisa dari gas inert, asap akibat pengelasan dan proses pengecatan.
- Kekurangan oksigen disebabkan oleh proses oksidasi dari permukaan pelat baja, timbulnya gas inert atau aktivitas mikroba lainnya.

a) **Uap Gas Hidrokarbon**

Timbulnya gas hidrokarbon perlu diwaspadai dalam tanki kosong atau kompartemen jika tanki yang belum di-*gas free* diberi muatan yang tidak mudah menguap atau jika tersedianya ventilasi yang cukup dalam tanki.

b) **Berkurangnya Oksigen**

Kurangnya gas oksigen harus selalu diwaspadai dalam ruang tertutup, terutama jika ada sejumlah air yang terkontaminasi dan digunakan sebagai media pembasah ruangan atau bahan pelembab atau terkontaminasi oleh gas inert.

c) Bahaya Udara Lainnya

Hal ini termasuk racun seperti bensin atau hidrogen sulfid yang merupakan sisa dari muatan yang telah diangkut sebelumnya.

- Keutamaan Pengetesan Kadar Udara

Berbagai kebijakan / ijin masuk ruang tertutup hanya boleh dilaksanakan setelah diadakannya pengujian dari luar ruangan dengan peralatan uji yang telah dikalibrasi dan dipastikan bisa dioperasikan dengan baik.

Persyaratan dari alat uji pada ruang tertutup diantaranya sebagai berikut :

- Sesuai dengan pengujian yang akan dilakukan
- Dari jenis alat yang disetujui
- Mendapat perawatan yang baik
- Sering dilakukan pengujian secara berkala

Hasil yang diperoleh kemudian dipertahankan dari pengaruh pekerjaan yang sedang berlangsung dan juga batas masa berlakunya. Pengujian seharusnya dilakukan oleh pihak yang sudah kompeten dan bisa memastikan menghasilkan data yang jelas dan akurat.

a) *Hydrokarbon Vapours* (Uap gas hidrokarbon)

Harus menjadi bahan pertimbangan tersendiri terhadap keselamatan ruang tertutup, baik untuk pelaksanaan inspeksi, kerja dingin atau kerja panas, keberadaan gas ini harus dapat dipantau dan kadarnya tidak boleh lebih dari 1% batas daerah terbakar bawah.

b) *Benzene* (Benzena)

Pemeriksaan terhadap adanya uap benzena harus diutamakan dari ruangan atau kompartemen yang sebelumnya telah digunakan untuk bahan bakar benzena. Memasuki ruangan tersebut tidak diperkenankan bagi siapapun tanpa memakai perlengkapan keselamatan yang sesuai.

c) *Hydrogen Sulphide* (Hidrogen Sulfida)

Meskipun pada tangki yang bermuatan bahan / minyak mentah telah dicuci namun masih mengandung hidrogen sulfida, maka hidrogen sulfida tersebut harus dihilangkan.

d) *Oxygen Deficiency* (Berkurangnya Oksigen)

Sebelum diadakannya ijin masuk ruang tertutup maka suhu udara dalam tangki / ruang tertutup harus diuji dengan detector oksigen untuk memastikan kadar oksigen diudara dalam tangki adalah 21%

• *Kondisi untuk Memasuki Ruang Tertutup*

a) Pengertian

Ijin masuk ruang tertutup harus dikeluarkan oleh petugas yang berwenang kepada personil yang akan memasuki ruang terserut. Beberapa catatan dan prosedur keselamatan terlebih dahulu harus diinformasikan kepada tiap personil yang akan masuk kedalam ruang tertutup.

Ijin masuk tersebut tidak berlaku jika terjadi hal yang tidak wajar seperti matinya alat ventilasi dalam ruang tertutup.

b) Prosedur Memasuki Ruang Tertutup

Tidak seorangpun diijinkan masuk ke dalam tangki, cofferdam, tangki dasar ganda atau ruang tertutup lainnya kecuali disertai dengan surat ijin masuk yang dikeluarkan oleh pihak yang berwenang. Sebelum dikeluarkannya surat ijin masuk hendaknya perlu pihak yang berwenang memastikan bahwa ruang tertutup:

- Telah dilakukan pengecekan terhadap ruangan tersebut, dimana kandungan oksigen dalam tangki 21%, uap hidrokarbon tidak boleh lebih dari 1% batas daerah terbakar bawah dan tidak terdapat racun atau jenis gas lainnya.
- Ventilasi ruangan terus dalam keadaan hidup selama ruang tertutup dipakai untuk bekerja.
- Rambu-rambu keselamatan keda harus dalam keadaan terpasang pada pintu masuk ruang tertutup.
- Semua perlengkapan pernafasan dan peralatan keselamatan kerja harus terpakai oleh setiap orang yang hendak memasuki ruang tertutup.
- Jika mungkin, perlu adanya akses terpisah untuk jalan keluar dalam keadaan darurat.

c) Evakuasi dari ruang tertutup

Jika keadaan berubah menjadi situasi yang berbahaya setelah personel masuk kedalam ruangan, maka mereka harus diperintahkan untuk meninggalkan ruangan

sesegera mungkin dan tidak diperbolehkan memasukinya kembali sampai situasi terkendali dan menjadi aman kembali.

d) Ruang Tertutup dengan Udara yang Tidak Aman untuk dimasuki

Jika ruangan yang akan dimasuki ternyata udara didalamnya tidak aman, maka petugas yang berwenang harus segera melaksanakan pemeriksaan secara berkala dan dipastikan agar :

- Telah diberlakukan ijin kerja oleh seorang master.
- Sedapat mungkin ventilasi harus tersedia.
- Setiap personel yang akan masuk ruangan harus dilengkapi perlengkapan pemapasan dan tali keselamatan (*Safety line*) yang terhubung.
- Perijinan hanya diberlakukan bagi para personil yang hendak bekerja saja dan diusahakan pekerjaan utama saja yang dilakukan.
- Adanya sistem komunikasi atau penggunaan tanda-tanda yang telah disetujui untuk setiap personil yang berkepentingan.
- Semua jenis perlengkapan pernapasan dan peralatan keselamatan cadangan harus juga tersedia diluar ruangan yang diaga oleh petugas untuk kepentingan yang bersifat darurat.
- Semua jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan harus sedapat mungkin diusahakan agar tidak menimbulkan sumber bahaya penyalan.

• Bekerja di Dalam Ruang Tertutup

a) Persyaratan Umum

Semua kondisi yang menyangkut ruang tertutup harus dicermati, termasuk dalam hal ini dikeluarkannya ijin masuk dan ijin kerja.

Sebelum pekerjaan dilaksanakan, pemeriksaan harus dilakukan untuk memastikan bahwa tidak adanya terak, kotoran, atau material yang mudah terbakar dalam tangki dan area disekitarnya. Ventilasi / peranganin hams ada dan selalu dalam keadaan aktif.

b) Pembukaan Peralatan dan Perlengkapan

Kapanpun pompa muatan, perpipaan, katub-katub, *koil* pemanas dibuka, semuanya harus disirami / disembur dengan air. Meskipun demikian masih ada kemungkinan peralatan / perlengkapan tersebut menjadi sumber bahaya pengapian potensial.

Oleh karena itu harus ada antisipasi khusus yang selalu disiapkan kapanpun peralatan / perlengkapan tersebut dibuka dan harus sudah dilakukan gas free.

c) **Penggunaan Peralatan**

Peralatan kerja tidak boleh dibawa ke dalam ruang tertutup kecuali ditempatkan dalam tas canvas atau ember untuk menghindari kemungkinan jatuh ke lantai ruangan dan bisa menimbulkan gesekan. Apabila terjadi pekerjaan pemukulan dengan palu atau pahat maka petugas yang berkewajiban harus memastikan bahwa tidak adanya kemungkinan uap hidrokarbon timbul dalam ruangan tersebut.

d) **Pengapian Elektrik dan Peralatan Listrik**

Sampai dikeluarkannya tiin kerja panas dalam ruang tertutup atau kompartemen, maka tidak diperkenalkannya adanya peralatan listrik dengan daya besar dibawa ke dalam tangki.

- **Penyelamatan dari Ruang Tertutup**

Jika kecelakaan kerja yang dapat menyebabkan luka atau kerugian terjadi pada para pekerja yang bertugas didalam ruang tertutup, maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah membunyikan alarm. Meskipun faktor kecepatan adalah penting dalam kondisi yang darurat, namun operasi pertolongan tidak boleh dilakukan hingga bantuan dan alat pertolongan keselamatan datang.

Untuk mewaspadaai tiap saat kondisi udara dalam ruang tertutup terkontaminasi oleh gas berbahaya dan akan dapat menyebabkan kecelakaan, maka perlengkapan pernapasan, sabuk penolong dan tali pengikat harus dipakai oleh tiap personel yang memasuki ruang tertutup.

b) ***Hot Work (Pekerjaan Panas)***

Pekerjaan panas adalah semua pekerjaan yang melibatkan pengelasan atau pembakaran dan pekerjaan lain seperti pengoperasian bor dan gerinda, pekerjaan listrik dan penggunaan daripada perlengkapan listrik yang kurang aman yang dapat menghasilkan percikan api.

Pekerjaan panas yang dilakukan diluar kamar mesin harus benar-benar diperhatikan terhadap timbulnya penguapan dari gas hidrokarbon di udara dan timbulnya bahaya nyala api. Pekerjaan panas hanya dilakukan pada kamar mesin jika benar-benar dibutuhkan.

a. **Ijin Pekerjaan Panas**

Seorang master seharusnya bisa memberi kepastian apakah pekerjaan panas itu layak atau tidak untuk dilakukan. Pekerjaan panas diluar area kamar mesin tidak boleh

dilakukan hingga master memberi informasi kepada para operator tentang prosedur pekerjaan yang telah disetujui bersama.

b. Persiapan pekerjaan panas

Semua pengoperasian pada proses bongkar muat atau sistem ballast termasuk pembersihan tangki, pembebasan gas dan pembersihan dengan gas inert seharusnya dihentikan sebelum dan selama pekerjaan panas dilaksanakan.

c. Pekerjaan Panas di dalam Ruang Tertutup

Kompartemen dimana pekerjaan panas itu dilaksanakan haruslah dibersihkan dan diberikan perangan atau ventilasi hingga test konsentrasi udara menunjukkan kadar oksigen 21% dan tidak melebihi dari batas dapat terbakar bawah 1% Penting sekali selama pekerjaan ventilasi harus dinyalakan. Semua tangki-tangki muatan yang saling berseberangan seharusnya telah dibersihkan dan dilakukan pembebasan gas sebelum pekerjaan panas dilaksanakan.

Muatan-muatan sisa seharusnya diletakkan pada tempat yang jauh dari area pekerjaan panas dan tangki tersebut harus dalam keadaan tertutup.

Semua tangki-tangki ballast dan semua kompartemen lainnya harus diperiksa ulang untuk memastikan telah bebas gas dan aman untuk dilakukan pekerjaan kerja panas. Jika ditemukan kontaminasi cairan hidrokarbon atau uap, maka penyebab dari kontaminasi tersebut harus dihilangkan dan tangki tersebut harus dibersihkan dan dilakukan pembebasan gas (*gas free*).

Semua sambungan-sambungan pipa ke kompartemen - kompartemen lainnya harus disemur dengan air lalu dikeringkan, diberi perangan dan diisolasi dari kompartemen -kompartemen dimana sedang dilakukan pekerjaan panas.

d. Pekerjaan Panas di Getadak Terbuka

Jika pekerjaan panas dilaksanakan di geladak terbuka pada tangki muatan dan tangki kotoran, maka jarak 30 meter di sekeliling area pekerjaan harus dibersihkan dahulu dan kadar uap hidrokarbon dikurangi paling sedikit 1%.

Tangki-tangki ballast dan kompartemen lainnya harus diperiksa untuk memastikan daerah tersebut bebas gas dan aman untuk pekerjaan panas. Jika ditemukan cairan dan uap hidrokarbon, zat tersebut harus dibersihkan dan dibebaskan dari gas.

e. Pekerjaan Panas pada Pipa

Pekerjaan panas pada pipa-pipa dan katub-katub hanya diizinkan bila penggunaan item utama dari sistem tersebut telah selesai dan sebelumnya telah dibebaskan dari gas, dan selama pekerjaan berlangsung, sistem tersebut d{aga dari area muatan yang bersifat bahaya.

f. Pemeriksaan oleh Petugas K3

Sebelum dimulainya pekerjaan panas, petugas K3 harus memastikan bahwa area untuk pekerjaan panas telah aman dan pengetesan dengan alat indikator yakin menunjukkan bahwa kondisi kadar oksigen 21% dan batas terbakar bawah tidak boleh lebih dari, 1%.

Perlengkapan pemadam api ringan harus ada dan selalu dalam keadaan siap pakai sewaktu-waktu. Prosedur tentang peringatan bahaya kebakaran harus ditempel pada daerah tempat dilaksanakannya pekerjaan panas, ruangan dimana ada perpindahan panas dan daerah yang kritis- Pemantauan harus dilakukan secara terus-menerus selama pekerjaan berlangsung.

Area tempat pekerjaan panas tersebut harus berventilasi cukup. Pemantauan sirkulasi udara juga harus ada. Dipastikan ruangan tempat bekerja harus bebas dari sumber-sumber panas, gas-gas beracun dan gas inert.

Semua peralatan las dan perlengkapan-perengkapan lainnya harus diperiksa terlebih dahulu sebelum dipergunakan dan dipastikan semuanya dalam kondisi yang baik serta semua peralatan listrik harus digrouding.

2. **Cold Work (Pekerjaan Dingin)**

Pekerjaan dingin adalah suatu kegiatan yang berpotensi membahayakan tapi tidak menimbulkan nyala api. Pekerjaan dingin yang biasanya dilakukan di galangan antara lain : penyemprotan air bertekanan tinggi, pengecatan, penggunaan bahan berbahaya : radioaktif, bahan beracun dan bahan kimia yang mudah berkarat.

Pencegahan untuk keselamatan pada saat pekerjaan dingin adalah sebagai berikut :

- Telah dilakukan pengujian gas
- Adanya pagar atau tali pembatas
- Mengukur kadar radioaktif
- Mengikuti prosedur pelaksanaan.

Supaya pekerjaan dingin dapat dilakukan dengan aman, suasana udara dalam ruangan harus juga menjamin para pekerja didalamnya dapat bekerja dengan aman dan harus ada ijin kerja.

2.4.7 Pengecekan dan Evaluasi

1. Pengecekan dan Evaluasi Peralatan Kerja

Setelah proses perbaikan / reparasi, sesuai dengan konsep PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) untuk mendukung kelancaran pada proses reparasi berikutnya, maka semua jenis peralatan kerja khususnya yang telah terpakai pada proses reparasi sebelumnya harus diadakan pemeriksaan dan evaluasi. Pemeriksaan dan evaluasi ini dapat dilakukan berkala sesuai dengan prosedur yang ada dan dilakukan oleh pihak yang berwenang seperti supervisi dan petugas K3.

➤ Pengecekan dan evaluasi peralatan las

Pengecekan peralatan las iniyaitu memeriksa dan mencatat kondisi baik tidaknya komponen - komponen untuk setiap peralatan mesin las yang dipakai selama proses reparasi, meliputi : kondisi stang las, kabel las, grounding, mesin las, switch on / of. Apabila ditemukan kondisi komponen yang tidak baik seperti kabel terkelupas, stang las longgar, dan lain - lain maka komponen tersebut harus segera dipebaiki, dikalibrasi atau diganti baru dengan jenis yang sama.

Setelah komponen yang rusak diganti maka di uji / di tes, apabila hasil pengetesan dinyatakan baik maka komponen tersebut dapat ditandai dengan label inspeksi yang menyatakan bahwa alat tersebut telah diperiksa dan di evaluasi pada tanggal / bulan / tahun sekian dan kapan waktu akan diadakan pemeriksaan kembali.

➤ Pengecekan dan evaluasi instalasi gas

Pengecekan instalasi gas yaitu memeriksa dan mencatat kondisi baik tidaknya komponen - komponen (tabung oksigen dan asitelin) untuk setiap instalasi gas yang dipakai selama proses reparasi, meliputi ; kondisi selang gas, nipple, coupler, klem dan lain - lain. Pemeriksaan untuk instalasi gas ini umumnya dilaksanakan berkala tiap bulan. Dan apabila diketemukan kondisi komponen ada yang tidak baik seperti selang terkelupas, klem longgar dan lain sebagainya maka komponen tersebut harus diperbaiki, dikalibrasi atau diganti baru dengan jenis yang sama.

Setelah komponen yang rusak diganti maka diuji / dites, apabila hasil pengetesan dinyatakan baik maka komponen tersebut dapat ditandai dengan label inspeksi yang

menyatakan bahwa alat tersebut telah diperiksa dan di evaluasi berupa pemberian kode warna tertentu untuk tiap - tiap bulannya.

➤ Pengecekan dan evaluasi alat perangan

Peralatan perangan yang telah digunakan pada pros repairasi perlu juga dilakukan pengecekan dan evaluasi. Pengecekan pada peralatan blower dan exhauster tersebut meliputi : ducting, slang dan lain sebagainya. Dan apabila ditemukan kondisi komponen ada yang tidak baik seperti selang terkelupas, bearing pada poros yang mulai longgar, saluran ducting ada yang bocor dan lain sebagainya, maka komponen tersebut harus diperbaiki atau diganti baru dengan jenis yang sama.

Setelah komponen yang rusak diganti maka diuji / dites, apabila hasil pengetesan dinyatakan baik maka komponen tersebut dapat ditandai dengan label inspeksi yang menyatakan bahwa alat tersebut telah diperiksa dan di evaluasi pada tanggal / bulan / tahun sekian dan kapan waktu akan diadakan pemeriksaan kembali.

2. Pengecekan dan Evaluasi Perlengkapan Keselamatan

➤ Pengecekan dan evaluasi Alat Pelindung Diri (APD)

Pengecekan dan evaluasi APD dilaksanakan oleh departemen yang berwenang, umumnya minimal setiap 6 bulan sekali bahkan ada yang sampai 2 atau 3 tahun sekali, namun apabila dalam keadaan tertentu / mendesak boleh dilakukan setiap saat.

Pemeriksaan ini meliputi : ketelpak, sepatu pengaman, helm keselamatan, stewel, respirator, sarung tangan, kacamata, sabuk keselamatan. Apabila dalam pemeriksaan tersebut ditemukan kondisi dari APD dalam kondisi yang buruk / tidak layak pakai seperti helm tanpa harness, respirator yang bocor, stiwel sobek dan lain sebagainya maka dilakukan penggantian dengan jenis baru yang sama.

➤ Pengecekan dan evaluasi Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

Pengecekan dan evaluasi ini dilaksanakan oleh departemen yang berwenang :

- APAR yang telah digunakan atau habis isinya segera dilakukan pengisian
- Perubahan tata ruang yang menyebabkan berubahnya letak APAR
- Pemindahan tempat kerja yang menyebabkan berpindahnya penanggung jawab APAR
- Melaksanakan pemeriksaan pada katrid, katub / pen, jika ditemukan kondisi yang tidak baik pada alat tersebut, segera dilakukan penggantian atau perbaikan.
- Melaksanakan pengujian / demonstrasi APAR
- Pengecekan dan evaluasi instalasi hydrant

Pengecekan dan evaluasi instalasi hydrant dilaksanakan oleh departemen yang berwenang / Dinas Pemadam Kebakaran dengan perincian sebagai berikut :

1. Pemeriksaan dilakukan minimal tiap bulan untuk semua instalasi Hydrant yang dipakai untuk proses produksi.
2. Rincian pemeriksaan instalasi hydrant sebagai berikut:
 - Sumuran / Pit,
 - Kerangka hydrant box dan pemasangannya,
 - Penutupan pit dan pintu hydrant box,
 - Katub – katub,
 - Slang (*hose*) dan sambungannya.Apabila dari komponen instalasi tersebut diatas dalam kondisi yang buruk, maka segera dilakukan perbaikan.
3. Pengujian harus meliputi penggelontoran sambungan keluaran (flushing outlet) dan pemeriksaan sambungan outlet. Aliran tekanan pada outlet harus diukur dan dicatat.
4. Pemeriksaan pengoperasian katub outlet dan sumuran / PIT harus dalam keadaan bersih.
5. Pelaksanaan uji hidrostatis dengan tekanan tidak kurang dari 20 bar - 200 Psi selama 2 jam atau 3,5 bar - 50 Psi diatas tekanan maksimum.

3. Pengecekan dan Evaluasi Peralatan Ukur

➤ Pengecekan dan evaluasi detector gas

Pengecekan detector gas ini dilakukan dengan cara mengkalibrasi alat tersebut dengan detector gas yang kondisinya baik / belum terpakai yang umum disebut detector penguji.

Pengecekan ini juga dibutuhkan tabung gas yang didalamnya berisi penuh dengan bermacam - macam gas yang mampu dideteksi oleh detector gas yang akan di uji.

Pelaksanaan pengujian dilakukan terlebih dahulu pada detector yang telah terpakai selama proses reparasi apakah alat tersebut masih bisa mengidentifikasi kandungan berbagai macam gas dalam tabung gas sesuai dengan macam dan kadar gas yang sebenarnya tertera pada tabung gas tersebut. Kemudian hasilnya direkam dan dibandingkan dengan hasil pengujian pada detector gas penguji. Apabila diketahui ada penyimpangan, maka detector tersebut harus dikalibrasi ulang hingga mampu menunjukkan kondisi gas pada tabung gas seperti yang terekam pada detector penguji.

➤ Pengecekan dan evaluasi manometer instalasi gas

Sama halnya dengan uji detector gas, pengecekan manometer instalasi gas baik untuk gas oksigen maupun asitelin dilakukan dengan cara mengkalibrasi alat tersebut dengan manometer yang kondisinya baik / manometer penguji (masing - masing satu set manometer yaitu manometer untuk pengukur tekanan dan manometer pemakaian). Kedua jenis manometer tersebut kemudian dipasang pada satu tabung gas yang didalamnya berisi penuh dengan gas oksigen dan asitelin. Setelah terpasang maka katub / regulator dari manometer yang diuji dibuka sehingga jarum manometer tekanan menunjukkan angka tekanan yang terjadi pada saat itu, kemudian hasilnya direkam dan dibandingkan dengan hasil manometer penguji. Apabila diketahui ada penyimpangan, maka manometer tersebut harus dikalibrasi ulang hingga mampu menunjukkan angka yang sama seperti yang terekam pada manometer penguji. Hal ini dilakukan juga untuk manometer pemakaian.

2.4.8 Peralatan dan Perlengkapan Keselamatan Reparasi Kapal Tanker

Dari Prosedur yang dijelaskan dalam ISGOTT maka dapat kita uraikan alat - alat apa saja yang diperlukan pada proses pekerjaan reparasi kapal tanker, sehingga prosedur keselamatan yang diterapkan dapat terlaksana dengan baik. Peralatan yang dibutuhkan pada saat proses reparasi kapal tanker berdasarkan ISCTOTT adalah sebagai berikut :

1. *Fire extinguisher* (pemadam api),
2. *Gas measuring equipment* (alat pengukur gas),
3. *Respiratory protective equipment* (peralatan pelindung pernafasan),
4. *Protective clothing* (baju pelindung),
5. *Blower dan exhauster pneumatic*,
6. Alat penerangan (lampu),
7. *Waterjet / mesin cuci portable*,
8. *Hydrant dengan sistem jockey pump*,
9. Tempat penampungan limbah,
10. Rambu keselamatan kerja,
11. *Oil skimmer dan oil boom*,
12. Pompa portable,
13. Alat pelindung diri (APD).

2.5 Pengambilan Keputusan Dengan Metode Matrix Pembobotan

Pembobotan merupakan teknik pengambilan keputusan pada suatu proses yang melibatkan berbagai faktor secara bersama-sama dengan cara memberi bobot pada masing-masing faktor tersebut. Pembobotan dapat dilakukan secara objective dengan perhitungan statistic atau secara subyektif dengan menetapkannya berdasarkan pertimbangan tertentu. Penentuan bobot secara subyektif harus dilandasi pemahaman tentang proses tersebut.

2.5.1 Pemilihan Lokasi Dengan Metode Pembobotan

Pemilihan lokasi baik lokasi baru maupun perluasan (ekspansi) dimaksudkan untuk memperoleh lokasi yang mampu memberikan *unit cost* dari proses produksi dan distribusi yang rendah atau mampu memberikan efisiensi yang maksimum. Adapun tahapan dalam pengambilan keputusannya adalah sebagai berikut :

1. Menentukan daerah
2. Menentukan lingkungan masyarakat yang akan diteliti
3. Memilih lokasi yang terbaik (kota besar, di pinggir kota, di luar kota)
4. Setelah beberapa calon lokasi didapatkan, ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan, sebagai contoh diantaranya :
 - Lokasi pasar
 - Sumber bahan baku
 - Transportasi
 - Sumber energi atau tenaga listrik
 - Iklim
 - Buruh atau tingkat upah
 - Undang-undang dan sistem perpajakan
 - Sikap masyarakat
 - Air dan limbah industri
5. Setelah faktor-faktor yang akan dinilai ditentukan, maka tahapan berikutnya adalah memberikan skor untuk setiap faktor yang dinilai
6. Memberikan bobot berdasarkan tingkat kepentingan masing-masing faktor.
7. Mengalikan skor x bobot setiap faktor
8. Menentukan lokasi dengan mendasarkan pada nilai beban skor tertinggi

Contoh:

Seorang investor merencanakan akan mendirikan perusahaan berupa rumah pemotongan ayam (RPA)

Penyelesaian :

1. Daerah yang sudah ditentukan terdapat di Provinsi D.I. Yogyakarta, yaitu di kota Sleman, kota Bantul, dan kota Yogyakarta
2. faktor-faktor yang akan dinilai terkait dengan rencana pendirian RPA tersebut meliputi:
 - Sumber bahan baku,
 - Sewa tempat,
 - Sarana transportasi,
 - Ketersediaan tenaga kerja,
 - Aspek lingkungan terkait dengan dampak lingkungan.
3. Menentukan skor faktor yang dinilai
keterangan skor:
 - 1 = kurang
 - 2 = sedang
 - 3 = baik
 - 4 = baik sekali
4. Menentukan bobot faktor yang dinilai:
 - Sumber bahan baku = 20
 - Sewa tempat = 25
 - Sarana transportasi = 10
 - Tenaga kerja = 15
 - Limbah = 30

Pada table 2.4 berikut ini adalah tabel penilaian dari faktor-faktor yang dinilai:

Tabel 2.4 Skor Dari Faktor yang Dinilai

FAKTOR YANG DINILAI	LOKASI POTENSIAL		
	SLEMAN	BANTUL	KOTA
Sumber Bahan Baku	3	4	3
Sewa Tempat	2	4	1
Sarana Transportasi	4	3	4
Tenaga Kerja	3	4	2
Limbah	3	4	1

Pada tabel 2.5 berikut ini merupakan beban skor pada setiap lokasi :

Tabel 2.5 Beban Skor Dari Faktor yang Dinilai

FAKTOR YANG DINILAI	BOBOT	SKOR			BOBOT X SKOR		
		SLEMAN	BANTUL	KOTA	SLEMAN	BANTUL	KOTA
Sumber Bahan Baku	20	3	4	3	60	80	60
Sewa Tempat	25	2	4	1	50	100	25
Sarana Transportasi	10	4	3	4	40	30	40
Tenaga Kerja	15	3	4	2	45	60	30
Limbah	30	3	4	1	90	120	30
Jumlah Beban Skor					285	390	185

Dari hasil analisis tersebut alternatif lokasi yang dipilih adalah lokasi yang memberikan nilai bobot skor yang tertinggi yaitu kota Bantul.

2.6 Konversi Kapal

Konversi kapal adalah suatu proses perubahan kapal untuk menyesuaikan kebutuhan kapal dari tipe perencanaan awal ke tipe kapal lainnya baik dari segi konstruksi maupun sistem yang digunakan. Konversi kapal dilakukan bertujuan untuk merubah jenis muatan kapal menjadi muatan yang lebih menguntungkan dibandingkan muatan kapal sebelum dikonversi. Selain merubah jenis muatan, konversi juga dapat dilakukan untuk merubah fungsi kapal seperti konversi kapal tanker menjadi *Floating Production Storage and Offloading* (FPSO) dan *Floating Storage and Offloading* (FSO).

Berdasarkan *Lloyd Register* (2003), struktur kapal yang banyak dipilih untuk proses konversi ke FPSO adalah sruktur kapal yang dibangun sekitar tahun 1970 sampai dengan 1980. Hal ini disebabkan kapal yang dibangun pada tahun tersebut lebih cenderung menggunakan material *mild steel* yang sesuai dengan material FPSO. Pemilihan tanker yang sesuai untuk konversi dapat berdasarkan informasi dari :

1. *Original design* dan desain dasar (desain criteria, metodologi dan *code*),
2. Umur serta kondisi kapal, dan
3. Proses operasional dan perawatan.

Aktifitas utama selama proses konversi sepenuhnya tergantung pada masing-masing proyek konversi. Penambahan fasilitas pendukung untuk dapat beroperasi sesuai dengan kebutuhan operasional FPSO. Secara umum proses konversi terbagi menjadi empat tipe :

1. Pengurangan atau modifikasi sistem,
2. Perbaikan,
3. Penambahan fungsi, dan
4. Aktifitas galangan.

Berdasarkan Terpstra, 2001, jumlah berat peralatan untuk FPSO konversi sekitar 5.000 ton. Nilai ini sangat berbeda dengan jumlah berat peralatan FPSO *new built* yang biasanya mencapai 28.000 ton. Berat dari *topside module* yang hanya sekitar 5.000 ton atau 3,9% dari total *displacement* kapal yang mencapai 128.000 ton, menjadi dasar dalam batasan masalah tugas akhir ini agar berat dari *topside module* tersebut dapat diabaikan.

2.7 Dasar Studi Kelayakan

Studi kelayakan juga berperan penting dalam proses pengambilan keputusan investasi. Kesimpulan dan saran yang disajikan pada akhir studi merupakan dasar pertimbangan teknis ekonomis untuk memutuskan apakah investasi pada proyek tertentu jadi dilakukan. Keputusan ini tidak harus selalu identik dengan saran yang diajukan. Adapun aspek aspek studi kelayakan proyek mencakup:

a. Pasar dan Pemasaran

Evaluasi aspek pasar dan pemasaran meliputi kedudukan produk yang direncanakan pada saat ini, komposisi dan perkembangan permintaan produk dari mulai yang lampau sampai saat sekarang, proyeksi permintaan di masa yang akan datang, kemungkinan persaingan dan peranan pemerintah dalam menunjang perkembangan pemasaran.

b. Evaluasi Teknis

Evaluasi teknis meliputi penentuan kapasitas produksi ekonomis proyek, jenis teknologi yang paling sesuai serta penggunaan mesin dan peralatan. Disamping itu perlu juga diteliti dan diajukan saran tentang lokasi proyek dan tata letak pabrik yang paling menguntungkan ditinjau dari berbagai segi. Selain itu evaluasi teknis meliputi bagaimana kebutuhan tenaga kerja, bagaimana kebutuhan akan sarana produksi dan bagaimana rencana pengembangannya di masa yang akan datang.

c. Manajemen Operasi Proyek

Proyek tidak dapat beroperasi dengan baik dan berhasil tanpa didukung tenaga manajemen yang capable, bermotivasi, dan berdedikasi. Sebelum keputusan investasi diambil, harus ada gambaran terlebih dahulu tenaga manajemen apa, dalam jumlah berapa diperlukan untuk mengelola proyek yang akan direncanakan. Agar dapat menarik dan mempertahankan tenaga kerja ahli yang berdedikasi tinggi, proyek yang direncanakan harus mampu menyediakan dana balas jasa tenaga kerja yang memadai pula.

d. Aspek Ekonomi dan Keuangan

Untuk menentukan layak tidaknya suatu investasi ditinjau dari aspek keuangan dapat diukur dengan beberapa kriteria. Setiap penilaian 'layak' diberikan nilai standar untuk usaha yang sejenis dengan cara membandingkan dengan target yang telah ditentukan. Kriteria sangat tergantung dari kebutuhan masing-masing perusahaan dan metode mana yang digunakan. Setiap metode memiliki kelebihan dan kelemahannya masing-masing. Dalam penilaian suatu usaha hendaknya penilai menggunakan beberapa metode sekaligus. Artinya, semakin banyak metode yang digunakan, maka semakin memberikan gambaran lengkap sehingga diharapkan memberikan hasil yang akan diperoleh menjadi lebih sempurna.

Adapun kriteria yang biasa digunakan untuk menentukan kelayakan suatu usaha atau investasi adalah :

1. *Payback Period* (PP)

Metode *payback period* (PP) merupakan bentuk teknik penilaian terhadap jangka waktu (*periode*) pengembalian investasi untuk proyek atau usaha. Perhitungan ini dapat dilihat dari perhitungan kas bersih (*proceed*) yang diperoleh setiap tahun. Nilai kas bersih merupakan pejumlahan laba setelah pajak ditambah dengan penyusutan (dengan catatan jika investasi 100% menggunakan modal sendiri).

$$PP = \frac{\text{investasi}}{\text{kas bersih / tahun}} \times 1 \text{ tahun} \dots\dots\dots (2.2)$$

Kelemahan metode *payback period* adalah :

- Mengabaikan *time of money*
- Tidak mempertimbangkan arus kas yang terjadi setelah masa pengembalian

2. Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) atau nilai bersih sekarang merupakan perbandingan antara PV kas bersih (*PV of proceed*) dengan PV investasi (*capital o money*) selama umur investasi. Selisih antara kedua PV tersebut dikenal dengan *Net Present Value*. Untuk menghitung NPV, terlebih dahulu tahu berapa PV kas bersihnya. PV kas bersih dapat dicari dengan jalan membuat dan menghitung dari cash flow perusahaan selama umur investasi tertentu. Rumus NPV yang biasa digunakan adalah sebagai berikut :

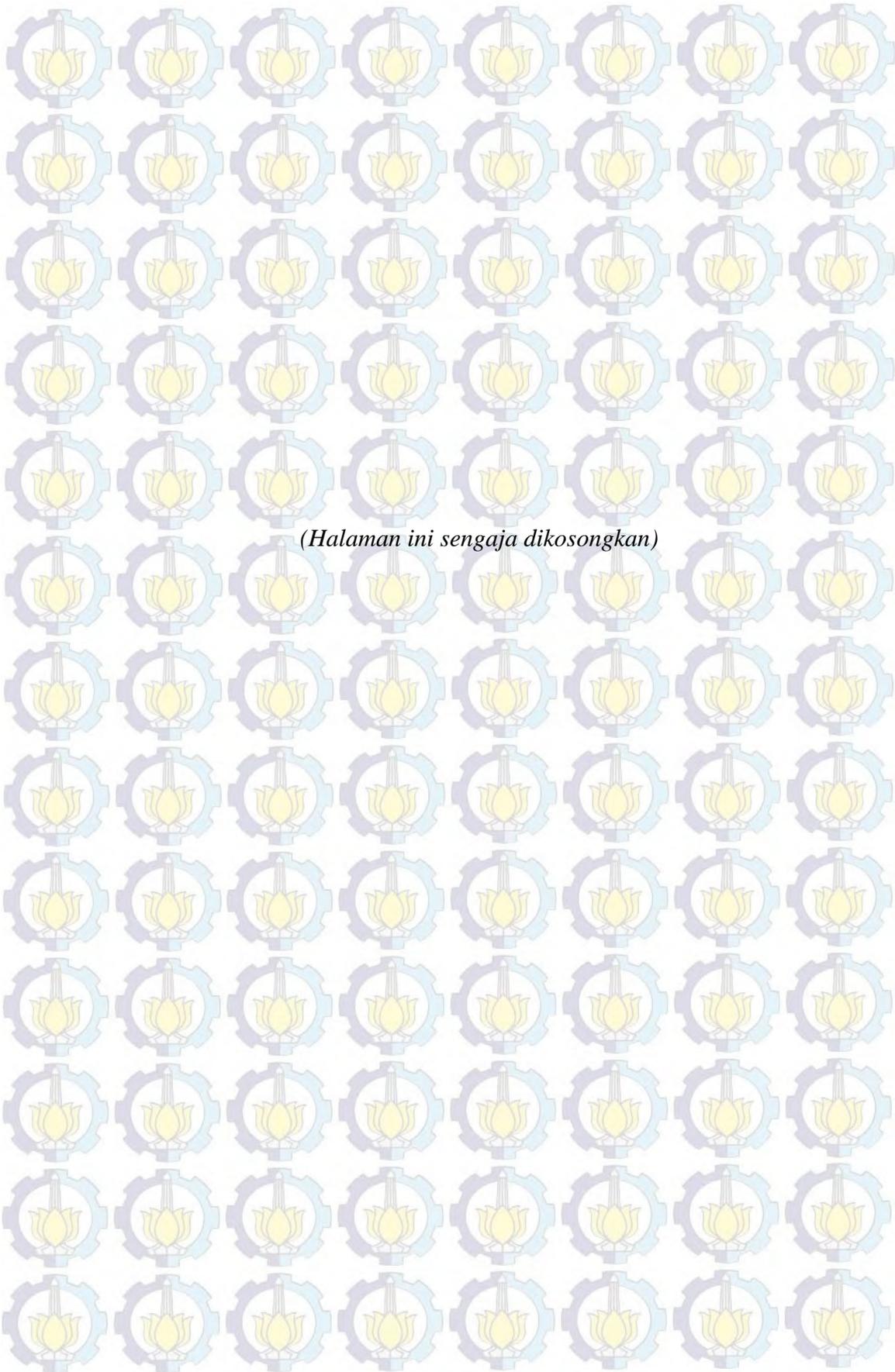
$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(C)t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{(C_0)t}{(1+i)^t} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

- NPV = nilai sekarang *neto*
- (C)t = aliran kas masuk tahun ke-t
- (C₀)t = aliran kas masuk tahun ke-t
- n = umur unit usaha hasil investasi
- i = arus pengembalian (*rate of return*)
- t = waktu

Mengkaji usulan proyek dengan NPV memberikan petunjuk (indikasi) sebagai berikut :

- NPV = positif, usulan proyek dapat diterima, makin tinggi angka NPV makin baik
- NPV = negatif, usulan proyek ditolak
- NPV = 0, *netral*



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian ini berupa analisis dari segi teknis dan ekonomis mengenai pengembangan galangan kapal untuk konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO. Metodologi tugas akhir ini akan dimulai berdasarkan jenis data dan tahapan pelaksanaan. Bagan dari metodologi pada tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar III.1 *Flowchart*.

3.2 Alur Penyelesaian Penelitian Tugas Akhir

Selama pengerjaan Tugas Akhir ini penulis membagi pengerjaan tugas ini dalam beberapa tahapan pengerjaan, yaitu sebagai berikut :

1. Tahap Identifikasi

Pada tahap ini dilaksanakan identifikasi masalah, pencarian sumber informasi (studi literatur dan studi lapangan). Selanjutnya yaitu mengkaji, mengevaluasi, mereview, dan mengidentifikasi aspek teknis yang diperlukan dalam pengembangan galangan kapal dari hasil studi literatur dan studi lapangan tersebut.

a. Identifikasi Masalah

Permasalahan utama yang akan dibahas disini adalah pengembangan atau pembangunan galangan kapal yang dikhususkan untuk konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO.

b. Perumusan Masalah dan Tujuan

Dari informasi dan masalah yang teridentifikasi pada tahap sebelumnya, dibuat perumusan masalahnya dan tujuan penelitian yang akan dilakukan.

c. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan terhadap berbagai referensi terkait topik penelitian. Studi literatur ini dimaksudkan untuk memahami konsep dan metode yang tepat untuk menyelesaikan masalah yang telah dirumuskan pada tahap sebelumnya dan untuk mewujudkan tujuan yang dimaksudkan. Studi literatur ini termasuk mencari referensi atas teori-teori terkait atau hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya.

Adapun referensi yang diperlukan adalah sebagai berikut :

- *Floating Production and Storage Offloading,*
- *Floating Storage and Offloading,*

- Teknis konversi kapal,
- Perencanaan tata letak galangan,
- Studi Kelayakan,
- Analisa *Payback Period*, dan *Net Present Value* (NPV)

d. Studi Lapangan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah berdasarkan studi lapangan dengan cara melakukan observasi langsung yang dapat mendukung penelitian untuk mengetahui bagaimana proses konversi kapal yang pernah dilakukan di galangan.

2. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Setelah dapat memahami konsep, penulis melakukan penentuan variabel penelitian yang digunakan, variabel tersebut adalah :

- Perencanaan fasilitas galangan untuk melakukan konversi tanker menjadi FPSO atau FSO,
- Perencanaan tata letak (*layout*) galangan yang efisien sesuai dengan lokasi,
- Studi kelayakan akan perencanaan galangan kapal.

Setelah variabel ditentukan, maka dilakukan pengumpulan data untuk pengerjaan tugas akhir ini. Dalam pengumpulan data ini, penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data seperti pengumpulan data secara langsung (primer) dan pengumpulan data secara tidak langsung (sekunder).

Pengumpulan data secara langsung meliputi :

- Data fasilitas galangan penunjang proses konversi tanker menjadi FPSO atau FSO,
- Data harga fasilitas tambahan yang digunakan untuk konversi tersebut guna menghitung estimasi biaya pengembangan galangan kapal,
- Data jumlah kapal tanker yang telah konversi menjadi FPSO atau FSO untuk menganalisa ekonomis pengembangan galangan kapal.

Pengumpulan data tidak langsung meliputi :

- Fasilitas yang telah tersedia pada galangan kapal,
- Struktur organisasi galangan kapal,
- Data lokasi tinjauan galangan kapal (*bathymetri*, peta arus laut, dan sebagainya).

3. Tahap Analisa Lokasi

Setelah didapatkan data yang diperlukan, penulis melakukan tinjauan lokasi lebih lanjut untuk mengetahui kondisi lokasi pengembangan galangan secara pasti dan untuk dapat merencanakan layout galangan sesuai dengan lokasi pengembangan. Dalam tugas akhir ini, lokasi tinjauan pengembangan galangan kapal berada di Teluk Semangka, Lampung.

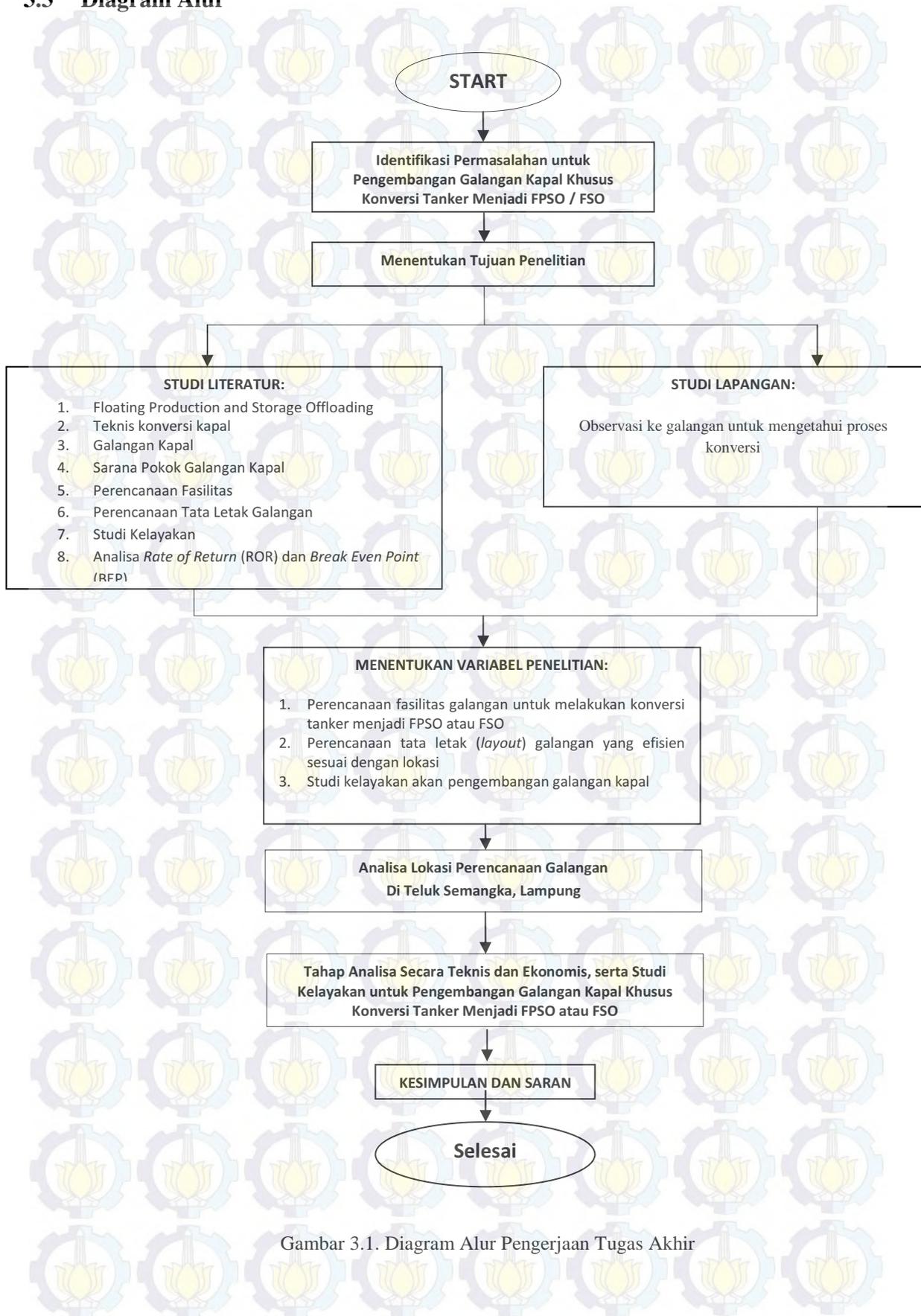
4. Tahap Analisa Teknis dan Ekonomis

Setelah dilakukannya proses pengolahan data kemudian dilakukan analisa mengenai aspek teknis dan ekonomis. Analisa teknisnya berupa proses konversi kapal tersebut mulai dari tahap fabrikasi hingga tahap erection, fasilitas yang digunakan, serta jumlah *man hours* yang digunakan. Sedangkan untuk analisa ekonomis akan dihitung biaya investasi fasilitas yang diperlukan, kebutuhan material dan biaya tenaga kerja selama pengerjaan konversi kapal tersebut, serta studi kelayakan untuk pengembangan galangan kapal tersebut.

5. Tahap Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisa teknis dan ekonomis akan dapat ditarik kesimpulan mengenai keuntungan pengembangan galangan kapal untuk konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO terhadap keuntungan perusahaan ditinjau dari perencanaan fasilitas dan kebutuhan SDM untuk melakukan konversi tersebut. Kemudian juga diberikan saran-saran yang bisa digunakan untuk pihak galangan kapal sehingga dapat memperkirakan besar biaya yang dikeluarkan untuk proses pengembangan galangan kapal untuk konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO.

3.3 Diagram Alur



Gambar 3.1. Diagram Alur Pengerjaan Tugas Akhir

BAB 4

TEKNOLOGI KONVERSI DAN POTENSI PASAR KONVERSI

4.1 Teknologi Konversi Kapal Tanker menjadi FPSO atau FSO

Dalam proses desain FPSO dan FSO, terdapat perbedaan secara mendasar antara tanker dan FPSO atau FSO pada struktur dan kekuatan secara menyeluruh. Pada desain FPSO atau FSO, konstruksi lambung dirancang untuk menerima beban lingkungan dan beban peralatan pada *topside deck* pada kondisi operasi. Sedangkan pada desain tanker, konstruksi lambung tidak dirancang untuk menerima beban peralatan. Namun, secara umum desain lambung pada FPSO, FSO, dan tanker adalah sama, perbedaan terdapat pada perencanaan beban yang diterima pada lambung.

Sebelum melakukan proses pembangunan FPSO atau FSO, beberapa pertimbangan diperlukan untuk menentukan pembangunan dilakukan dengan membangun baru atau dengan melakukan konversi pada kapal tanker. Hal-hal tersebut antara lain, permintaan dari klien, kebutuhan proyek offshore, aturan regulasi dan statutory, ketersediaan dan penjadwalan pada galangan, dan ketersediaan kapal yang cocok. Waktu yang dibutuhkan untuk proses membangun baru lebih lama dibanding dengan konversi kapal tanker.

4.1.1 Pemilihan Kapal Tanker

Setelah dipastikan bahwa FPSO atau FSO akan dibangun dengan cara konversi kapal tanker, maka pemilihan tanker yang sesuai diperlukan. Dalam memilih kapal tanker yang akan dikonversi terdapat beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan agar hasil konversi dapat efektif dan efisien dari aspek teknis maupun ekonomis.

4.1.1.1 Klasifikasi Kapal Tanker untuk Dikonversi Menjadi FPSO atau FSO

Seperti yang diulas sebelumnya, tujuan utama dipilihnya pembangunan FPSO atau FSO dengan cara konversi adalah untuk mendapatkan harga yang lebih murah dibandingkan dengan membangun baru dan proses pengerjaan yang lebih singkat mengingat FPSO atau FSO digunakan dalam jangka waktu yang dibatasi. Maka untuk melakukan konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO, klasifikasi utama tanker yang dipilih agar hasil konversi menjadi efektif dan efisien adalah sebagai berikut :

a) Jenis atau Jumlah Lambung

International Maritime Organisation (IMO) hingga saat ini masih mengkaji seberapa jauh bangunan apung lepas pantai seperti FPSO dan FSO diperlakukan

sebagaimana tanker dalam berbagai aspek. Sebagai mana kapal tanker, FPSO dan FSO juga mengikuti aturan pada Annex 1 MARPOL 1973/1978 dan SOLAS.

Sebagian besar FPSO dan FSO di dunia dibangun dengan konversi kapal tanker *single hull* karena dianggap lebih murah dibanding dengan membangun baru dan hingga saat ini masih diperbolehkan. Sebaliknya, kapal tanker kini harus dengan *double hull* sehingga aturan pada Annex 1 MARPOL 73/78 mempercepat fase hilangnya kapal *single hull* hingga semua kapal tanker aktif hanya kapal dengan *double hull*. Hal tersebut membuat kenaikan jumlah kapal tanker *single hull* yang dipensiunkan dan menjadi peluang untuk dikonversi menjadi FPSO atau FSO.

Pada pembangunan FPSO dan FSO yang baru (bukan dengan konversi), konfigurasi lambung dengan *Double Shell – Single Bottom* (DS-SB) menjadi konfigurasi yang umum. Hal ini tidak mengherankan bahwa kapal DS-SB baru akan ditempatkan di lepas pantai Afrika Barat, sebuah daerah dengan lingkungan yang jinak dimana kontrol regulasi yang tidak ketat seperti di tempat lain. Pada bangunan baru dengan *double bottom* telah ditetapkan untuk lokasi lepas pantai yang mengalami kondisi cuaca yang keras dan undang-undang nasional cenderung ketat.

Ulasan tersebut diatas mengungkapkan bahwa pemilihan jenis lambung *single hull* atau *double hull* didasarkan pada kondisi lingkungan perairan dimana FPSO atau FSO dioperasikan.

b) Kapasitas Muatan

Kapasitas muatan kapal tanker yang dipilih disesuaikan dengan kondisi *field* dimana FPSO atau FSO dioperasikan. Bila kondisi *field* cenderung aktif dan memiliki potensi kapasitas yang besar, maka dibutuhkan *storage* yang cukup besar pula untuk menampung hasil proses, begitu pula sebaliknya.

Kapasitas muatan kapal tanker berarti merupakan seberapa besar berat maksimal yang dapat ditampung oleh kapal tersebut. Dengan pengertian tersebut, tentunya dengan mempertimbangkan berat peralatan pada *topside deck* FPSO maka kapasitas muatan tanker juga harus dapat menampung beban tambahan peralatan tersebut.

c) Umur kapal

Umur atau tahun pembuatan kapal tanker mempengaruhi aspek harga, sisa *fatigue life*, kondisi struktur, kondisi *coating*, sisa margin korosi, dan sebagainya. Dengan kata lain, semakin tua umur kapal akan semakin murah harga beli yang didapat, namun akan semakin mahal untuk pembiayaan konversi karena sisa *fatigue life* yang

sedikit, kondisi struktur dan *coating* yang sudah rusak, dan sisa margin korosi yang hampir mendekati batas ketebalan pelat minimum menyebabkan lebih banyak reparasi yang diperlukan. Untuk itu diperlukan perhitungan lebih dalam untuk mempertimbangkan umur kapal tanker yang dipilih.

Dari ketiga klasifikasi utama tanker di atas yang dipilih untuk dapat dikonversi menjadi FPSO atau FSO dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a.) Jumlah lambung dan konfigurasi lambung yang dapat dipilih untuk dikonversi adalah kapal tanker dengan *single hull* karena ketersediannya yang semakin banyak semenjak diberlakukannya aturan MARPOL *annex I* pada tahun 1992 untuk membangun kapal dengan *double hull*.
- b.) Kapasitas muatan yang dipilih adalah berdasarkan kebutuhan dan menyesuaikan dengan kapasitas field.
- c.) Kapal tanker dengan konfigurasi *single hull* yang telah berhenti beroperasi pada umumnya berumur lebih dari 25 tahun karena regulasi dari IMO mengizinkan kapal *single hull* yang dibuat sebelum tahun 1993 untuk beroperasi sampai berumur 25 tahun.

4.1.1.2 Pertimbangan Pemilihan Tanker

Selain klasifikasi tersebut diatas, beberapa hal perlu dipertimbangkan untuk mendapatkan hasil konversi yang efektif dan efisien dalam aspek teknis maupun aspek ekonomis. Berikut ini adalah hal-hal yang dipertimbangkan dalam pemilihan kapal tanker yang akan dikonversi menjadi FPSO atau FSO :

- a) Harga kapal
- b) *Service history*
- c) Kekuatan lambung secara keseluruhan
- d) Sisa margin korosi yang diijinkan
- e) Sisa *fatigue life*
- f) Struktur atau bagian konstruksi yang perlu diganti
- g) Kondisi *coatings*
- h) Struktur sistem tambat
- i) Kapasitas berat pada *upperdeck*
- j) Penguatan konstruksi yang dibutuhkan

Pertimbangan tersebut menjadi penting mengingat nantinya FPSO atau FSO akan digunakan sebagai storage dan keberadaan unit produksi pada *topside deck* yang tentunya memerlukan kekuatan konstruksi yang lebih kuat dibanding dengan kapal tanker.

4.1.1.3 Pemilihan Kapal Tanker Dengan Matrix Pembobotan

Matrix pembobotan dapat digunakan untuk pengambilan keputusan seperti dijelaskan pada bab tinjauan pustaka sebelumnya. Oleh karena itu, metode ini dapat pula digunakan untuk memilih kapal tanker yang layak untuk dikonversi. Berikut ini adalah contoh persoalan dalam pemilihan kapal tanker untuk dikonversi menjadi FPSO atau FSO :

- Satu operator yang bergerak di bidang pengeboran minyak membutuhkan 1 unit FPSO dengan kapasitas penyimpanan 1.400.000 bbls yang akan dibangun dengan langkah mengkonversi tanker berkapasitas 180.000 DWT. Terdapat 3 unit kapal berkapasitas 180.000 DWT yang dijual pada saat itu dan memiliki potensi untuk dikonversi menjadi FPSO. Oleh karena itu, pihak operator diharuskan memilih 1 dari 3 kapal tanker tersebut untuk dikonversi.
- Kapal tanker tersebut memiliki kriteria sebagai berikut

Tabel 4.1 Ilustrasi Kriteria Tanker

No	Nama	Tahun Pembuatan	Harga (juta USD)	Jenis Lambung	Sisa Margin Korosi
1	Tanker 1	1985	40	Single Hull	30%
2	Tanker 2	1994	60	Single Hull	60%
3	Tanker 3	2005	100	Double Hull	90%

- Kriteria tanker tersebut dapat dijadikan sebagai faktor penilaian. Pada tabel berikut ini merupakan hasil penilaian dari faktor tersebut (skala nilai 1 – 4):

Tabel 4.2 Skor Berdasarkan Faktor Yang Dinilai

No	Faktor Yang Dinilai	Skor		
		Tanker 1	Tanker 2	Tanker 3
1	Tahun Pembuatan	2	3	4
2	Harga	4	3	1
3	Jenis Lambung	3	3	4
4	Sisa Margin Korosi	2	3	4

- Bobot dari faktor yang dinilai tersebut adalah sebagai berikut :
 - Tahun pembuatan = 20%
 - Harga = 40%
 - Jenis lambung = 10%
 - Sisa margin korosi = 30%

- Maka akan didapatkan skor total sesuai dengan pembobotan pada masing2 faktor seperti pada tabel berikut :

Tabel 4.3 Beban Skor Tiap Tanker yang Akan Dipilih

No	Faktor Yang Dinilai	Bobot	Bobot x Skor		
			Tanker 1	Tanker 2	Tanker 3
1	Tahun Pembuatan	20	40	60	80
2	Harga	40	160	120	40
3	Jenis Lambung	10	30	30	40
4	Sisa Margin Korosi	30	60	90	120
Jumlah Beban Skor			290	300	280

Dari hasil analisis pada tabel tersebut didapatkan beban skor tertinggi pada tanker 2, maka tanker 2 dipilih sebagai tanker yang paling layak untuk dikonversi dibandingkan kedua tanker lainnya dilihat dari faktor umur, harga, jenis lambung, dan sisa margin korosi.

4.1.2 Perubahan pada Lambung

Setelah kapal tanker yang memenuhi kriteria berdasarkan pertimbangan sebelumnya dipilih, maka beberapa pekerjaan adalah merubah atau modifikasi bagian-bagian pada kapal tanker untuk menunjang FPSO atau FSO dapat bertugas dengan baik sesuai dengan perencanaannya. Berikut ini adalah pekerjaan yang dilakukan dalam konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO :

a) Konstruksi Lambung dan *Coating*

Pada kapal tanker yang dikonversi menjadi FPSO atau FSO dilakukan pemeriksaan kekuatan secara keseluruhan pada konstruksi. Konstruksi yang sudah tidak mumpuni diganti dengan konstruksi baru. Ketebalan plat kulit dan geladak juga harus dipastikan memenuhi persyaratan kekuatan sesuai regulasi yang digunakan, apabila pelat telah mengalami pengurangan tebal lebih dari margin, maka dilakukan penggantian (*replating*) pada plat tersebut. Selain itu, coating juga perlu ditinjau lebih lanjut, coating yang telah mengalami pengurangan tebal atau kerusakan sehingga menimbulkan resiko korosi lebih besar diganti dengan coating yang baru.

b) Permesinan dan Sistem Propulsi

FPSO maupun FSO tidak memerlukan manuver, oleh karena itu permesinan yang tidak diperlukan dan sistem propulsi dilepas. Pada lubang tempat sterntube yang telah dilepas ditutup dengan plat berpenegar. Pelepasan mesin dan sistem propulsi dapat menambah

gaya angkat, sehingga memungkinkan untuk melakukan penambahan peralatan lainnya yang mendukung fungsi kerja FPSO atau FSO.



Gambar 4.1 Contoh FPSO Hasil dari Konversi
(Sumber : www.rigzone.com)

c) Rudder dan Steering Gear

Sama halnya dengan permesinan dan sistem propulsi, rudder dan steering gear tidak diperlukan dalam pengoperasian FPSO atau FSO, maka rudder dan steering gear dapat dilepas. Namun, pada umumnya konversi tanker menjadi FPSO atau FSO tidak melepas rudder dan steering gear karena biaya pelepasan bisa lebih tinggi dibanding penjualan rudder dan steering gear bekas pakai dan tidak berpengaruh banyak pada berat kapal.

d) Deckhouse dan Akomodasi

Pada FPSO dan FSO direncanakan juga sebagai sarana akomodasi dari crew di offshore unit, sehingga pada bangunan atas dilakukan perubahan untuk menambah fasilitas akomodasi sesuai yang dibutuhkan.

e) Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan pada FPSO atau FSO lebih rumit dibanding pada kapal tanker. Pipa bisa saling terhubung dengan peralatan produksi, flare tower, antar tangki storage, offloading system, dan sebagainya. Sistem perpipaan dirancang ulang guna memenuhi kebutuhan sesuai dengan perencanaan.

f) Peralatan Keselamatan

Karena crew yang berada di FPSO atau FSO lebih banyak daripada crew di kapal tanker pada umumnya, maka peralatan keselamatan seperti life jacket, life raft, life boat, life buoy dan sebagainya juga perlu ditambahkan sesuai dengan kapasitas jumlah crew pada FPSO atau FSO. Selain itu perencanaan evakuasi juga perlu dilakukan tinjauan lebih lanjut dan dilakukan perubahan sesuai kapasitas jumlah crew.

4.1.3 Penambahan Pada Lambung dan Penguatan Konstruksi

Selain perubahan yang dilakukan, penambahan fasilitas guna mendukung fungsi kerja pada FPSO atau FSO juga dilakukan. Fasilitas yang ditambahkan tersebut adalah :

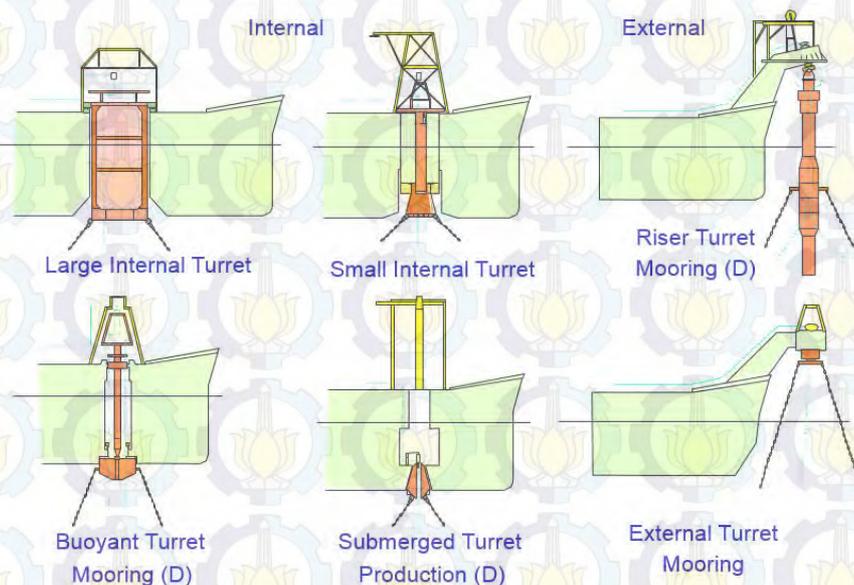
a) *Turret* atau *Spread Mooring*

Turret adalah komponen utama dari sebuah *Floating Production Unit* (FPSO dan FSO) dimana mooring system dan riser yang berasal dari bawah permukaan laut terhubung. Prinsip kerja turret dapat berputar guna memungkinkan rotasi kapal yang diakibatkan oleh gelombang, arus, dan angin, sehingga riser yang merupakan bagian yang tidak bergerak dari bawah permukaan laut dapat tetap terhubung dengan baik.



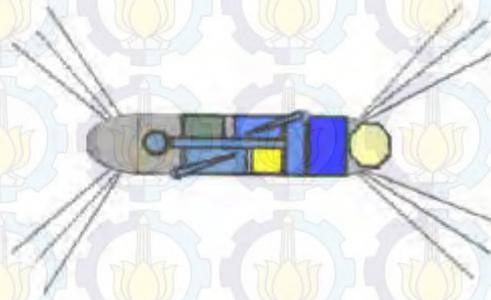
Gambar 4.2 *Turret* pada FPSO
(Sumber : www.rigzone.com)

Penambahan *turret* dapat secara internal maupun eksternal. Namun, pada konversi kapal tanker pemasangan turret secara eksternal banyak dilakukan karena kemudahan dalam perubahannya.



Gambar 4.3 Internal dan Eksternal Turret
(Sumber : www.rigzone.com)

Sedangkan dengan penggunaan *spread mooring system*, FPSO atau FSO tidak dapat bergerak berputar mengikuti kondisi laut. Penggunaan *spread mooring system* biasa dilakukan pada perairan dengan kondisi relatif tenang.



Gambar 4.4 Spread Mooring
(Sumber : www.rigzone.com)

b) Risers

Riser adalah elemen dari *fluid transfer system* pada *offshore floating production unit* yang merupakan sistem pipa yang digunakan untuk menyalurkan cairan yang didapatkan dari hasil pengeboran menuju fasilitas produksi di permukaan laut. Riser dapat merupakan pipa yang fleksibel, rigid, atau kombinasi antara keduanya.

Pada FPSO atau FSO dengan *turret*, *riser* terhubung dengan *port* yang terintegrasi pada *riser*. Sedangkan pada FPSO atau FSO yang menggunakan *spread mooring system*, riser terhubung langsung pada port di kapal.

c) Deck Support

Beban pada upperdeck tentunya akan ada penambahan akibat adanya peralatan produksi dan peralatan lainnya seperti heli deck, crane, dan sebagainya pada FPSO ataupun FSO.

Oleh karena itu, perlu ditambahkan penguatan untuk menopang beban peralatan tersebut di upperdeck. Penambahan konstruksi untuk penguatan dapat dengan memasang gading tambahan di antara gading yang sudah ada, penambahan *bracket*, *pillar*, *cantilever*, *profil*, atau penggantian pelat yang lebih tebal dengan perhitungan yang tepat sesuai regulasi dan aturan yang berlaku.

d) Flare Tower

Suar gas adalah perangkat untuk membakar gas sisa hasil produksi yang tidak dapat digunakan. Selain membakar gas sisa produksi yang tidak dapat digunakan, *gas flare tower* juga berfungsi sebagai sistem pengaman dari tekanan gas yang berlebih (*over pressured*) pada peralatan produksi lainnya. *Flare tower* atau *gas flare* biasa dipasang

tinggi dengan jarak minimal dari peralatan produksi dan storage yang mempertimbangkan keamanan dan keselamatan pada *offshore unit*.

e) Heli Deck

Pada kondisi-kondisi darurat, penting, dan mendesak seperti bencana, kecelakaan kerja, dan sebagainya dimana diperlukan proses evakuasi yang cepat, maka penggunaan helicopter adalah cara yang tepat. Untuk itu, pada FPSO atau FSO pemasangan heli deck untuk pendaratan helicopter perlu dilakukan. Helideck biasa di tempatkan di bagian *living quarter* atau akomodasi dengan penguatan pada deck yang menopangnya.

f) Bulwark dan Breakwater

Untuk melindungi konstruksi atau struktur yang sensitif di upperdeck FPSO atau FSO, pemasangan breakwater dan perubahan bulwark agar dapat lebih optimal diperlukan.

Breakwater berfungsi untuk meminimalisir tekanan air yang naik ke geladak kapal dan bulwark meminimalisir air yang naik ke geladak kapal.

g) Blast Walls

Dinding pada FPSO dan FSO didesain untuk tahan terhadap api untuk mengurangi hazard ketika terjadi kesalahan fungsi yang mengakibatkan ledakan atau api. Pemasangan blast walls biasa berada pada bagian living quarter atau geladak akomodasi FPSO atau FSO.

h) Crane dan Peralatan Angkut

Untuk mempermudah perpindahan peralatan, hose, dan benda berat di upperdeck kapal maka diperlukan crane. Penguatan pada deck juga dilakukan untuk menopang berat crane.

i) Offloading System

Mengingat salah satu fungsi FPSO dan FSO adalah *offloading*, maka perangkat offloading system juga perlu ditambahkan pada FPSO atau FSO. Offloading system pada FPSO dan FSO digunakan untuk menyalurkan minyak hasil produksi atau menyalurkan minyak yang ditampung sementara menuju *shuttle tanker*.

4.1.4 Penambahan Modul Pada Topside Deck

Pada bagian FPSO maupun FSO terdapat peralatan dan perlengkapan yang berguna untuk mendukung proses pengolahan minyak mentah yang didapat dari pengeboran di *offshore units* agar berjalan secara optimal. Adapun peralatan yang utama diantaranya :

a) Power Generator

Keseluruhan tenaga yang digunakan pada FPSO didapatkan dari power generator, oleh karena itu power generator menjadi salah satu yang sangat vital pada proses produksi di *Floating Production Unit*.

b) Gas Compressor

Sebuah kompresor gas merupakan alat mekanis yang meningkatkan tekanan gas dengan mengurangi volumenya. Kompresi gas secara alami akan meningkatkan suhu. Kompresor mirip dengan pompa, keduanya meningkatkan tekanan pada cairan dan keduanya dapat menyalurkan fluida melalui pipa.

c) Oil and Water Separator

Perangkat ini dirancang untuk memisahkan air dengan minyak dan material padat yang tersuspensi pada air limbah yang dihasilkan pada kilang minyak. Perangkat ini bekerja berdasarkan gravitasi dan hukum Stokes untuk menentukan kecepatan munculnya tetesan minyak berdasarkan kepadatan dan ukuran. Perbedaan berat jenis antara minyak dan air limbah yang jauh lebih kecil daripada perbedaan berat jenis antara padatan tersuspensi dan air. Berdasarkan bahwa kriteria desain, sebagian besar padatan tersuspensi akan mengendap di bagian bawah separator sebagai lapisan sedimen, minyak akan naik ke atas separator, dan air limbah akan menjadi lapisan tengah antara minyak di atas dan padatan di bagian bawah. Oil and water separator ini digunakan agar air limbah yang dihasilkan tidak mengandung senyawa kimia yang tidak diinginkan dan minyak yang dapat mencemari laut.

d) Metering Skid

Metering skid merupakan kumpulan perangkat yang memiliki fungsi utama sebagai pengukur, perangkat ini terdiri dari :

- Pengukur pada aliran dari dan menuju ruang muat, diantaranya pengukur suhu, pengukur tekanan, dan *ultrasonic flow meter*
- Pengukur pada ruang muat, diantaranya pengukur kromatografi gas, penganalisa titik embun, dan penganalisa kelembaban.
- Panel pengukur yang terdiri dari sistem komputer yang dapat memantau hasil pengukuran.

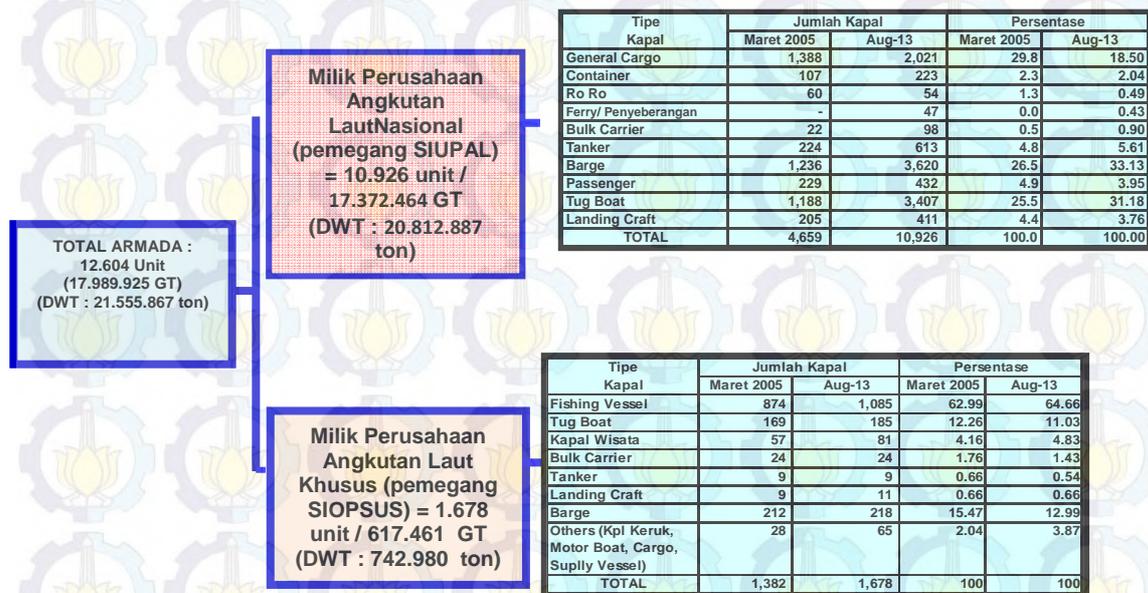
4.2 Analisa Potensi Pasar

Perkembangan industri galangan kapal di Indonesia tidak terlepas dari adanya Instruksi Presiden Republik Indonesia No. 5 Tahun 2005 dan Permenhub KM No. 71 Tahun 2005, yang secara tegas menyatakan bahwa muatan antar pelabuhan di dalam negeri harus diangkut dengan menggunakan kapal berbendera Indonesia yang dioperasikan oleh perusahaan angkutan laut nasional. Hal ini dilakukan sebagai upaya untuk memberikan perlindungan dan usaha dalam negeri serta mengurangi ketergantungan pada pihak asing.

4.2.1 Populasi Kapal di Indonesia

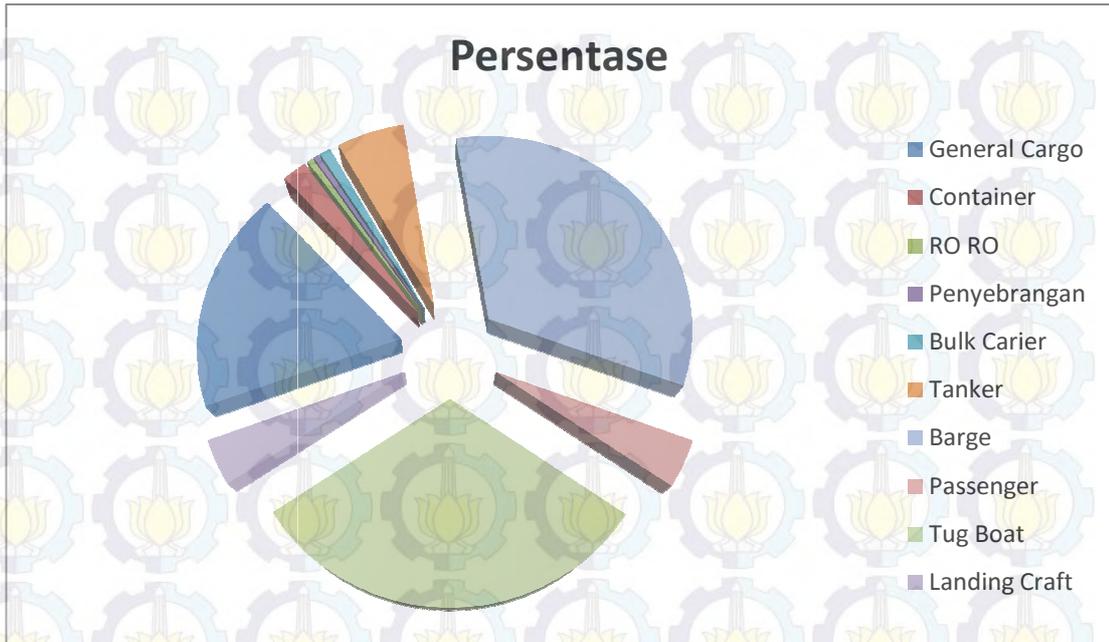
Berdasarkan data dari Kementerian Perhubungan, total armada niaga nasional sampai dengan Agustus 2013 adalah 12.804 unit, dimana 10.926 unit merupakan milik perusahaan angkutan laut nasional dan 1.678 unit milik perusahaan angkutan laut khusus.

Tabel 4.4 Populasi Kapal di Indonesia pada Tahun 2013



(Sumber : Kementerian Perhubungan RI)

Dari tabel diatas dapat ditarik kesimpulan jumlah keseluruhan armada niaga nasional dari Maret 2005 sampai dengan Agustus 2013 meningkat hingga 208% dan peningkatan jumlah GT mencapai 317,1% Berikut ini adalah diagram persentase armada niaga nasional pada tahun 2013.



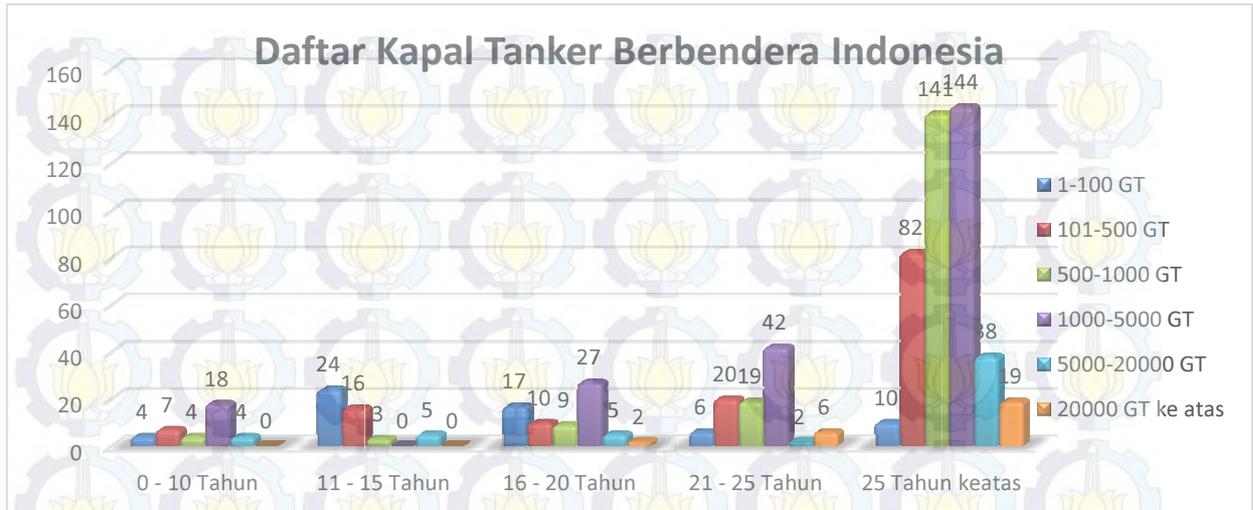
Gambar 4.5 Persentase Armada Niaga Nasional pada Tahun 2013

Dari data diatas dapat diketahui bahwa ada 622 unit tanker yang beroperasi di Indonesia dimana 613 unit merupakan milik perusahaan angkutan laut nasional dan 9 unit merupakan milik perusahaan angkutan laut khusus.

Berdasarkan data dari Biro Klasifikasi Indonesia, jumlah kapal tanker yang telah diregister oleh BKI hingga tahun 2011 adalah 363 unit. Dimana dari 363 unit tersebut, 75 unit telah berumur lebih dari 20 tahun dan dapat menjadi sasaran peluang bagi industri galangan kapal untuk dilakukan konversi menjadi FPSO dan FSO. eksplorasi migas di Indonesia setiap harinya sebanyak 25 unit.

4.2.2 Populasi Kapal Tanker di Indonesia

Kapal – kapal tanker yang berbendera Indonesia dan kapal berbendera asing yang berubah menjadi bendera Indonesia, wajib diklaskan pada Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Jumlah kapal tanker yang teregister di BKI sampai dengan akhir maret 2011 kurang lebih sebanyak 684 kapal (sumber: CD Register BKI tahun 2011) (sumber : website BKI). Distribusi Jumlah kapal tanker dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 4.6 Populasi Kapal Tanker di Indonesia
(Sumber : CD register BKI tahun 2011 diolah)

Dari sebaran jumlah kapal di atas, berdasarkan tahun dan Gross Tonnage (GT), maka untuk kapal dengan tahun pembuatan dibawah tahun 1986 atau berumur ≥ 25 tahun dan tonase diatas 20.000 GT yang berjumlah 19 kapal atau sebesar 3 % dari total kapal tanker yang aktif. Jumlah ini merupakan suatu potensi yang besar kapal-kapal besar dan tua yang akan masih bisa dimanfaatkan kembali. Dengan kenyataan tersebut maka hal ini dapat menjadi sasaran peluang bagi industri galangan kapal untuk melakukan konversi kapal-kapal tanker tersebut menjadi FPSO dan FSO.

4.2.3 Populasi FPSO dan FSO Indonesia

Populasi *floating production unit* di dunia sampai dengan Nopember 2013 berjumlah 277 unit, dimana 62 % diantaranya adalah FPSO dan 63 % FPSO tersebut dibuat dengan cara konversi. Dari jumlah tersebut, 7 unit FPSO dan 18 unit FSO beroperasi di perairan Indonesia. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan FPSO yang beroperasi di Indonesia :

Tabel 4.5. Populasi FPSO di Indonesia

No	Nama FPSO	DWT	Kapasitas Produksi (bopd)	Kapasitas Penyimpanan (bbls)	Operator
1	Anoa Natuna	76,200	70,000	550,000	Premier Oil
2	Belanak	357,000	55,000	880,000	Conoco Philips

3	Brotojoyo	60,875	20,000	400,000	BLT
4	BW Jokotole	97,127	7,000	200,000	BW Offshore
5	Kakap Natuna	134,000	25,000	760,000	Conoco Philips
6	MV 8 Langsa Venture	35,000	15,000	272,000	Bluesky Langsa, Ltd.
7	San Jacinto	9,652		135,000	Ocean Engineering

(Sumber : Offshore Magazine Agustus 2012)

Dan berikut ini adalah tabel yang menunjukkan FSO yang beroperasi di Indonesia :

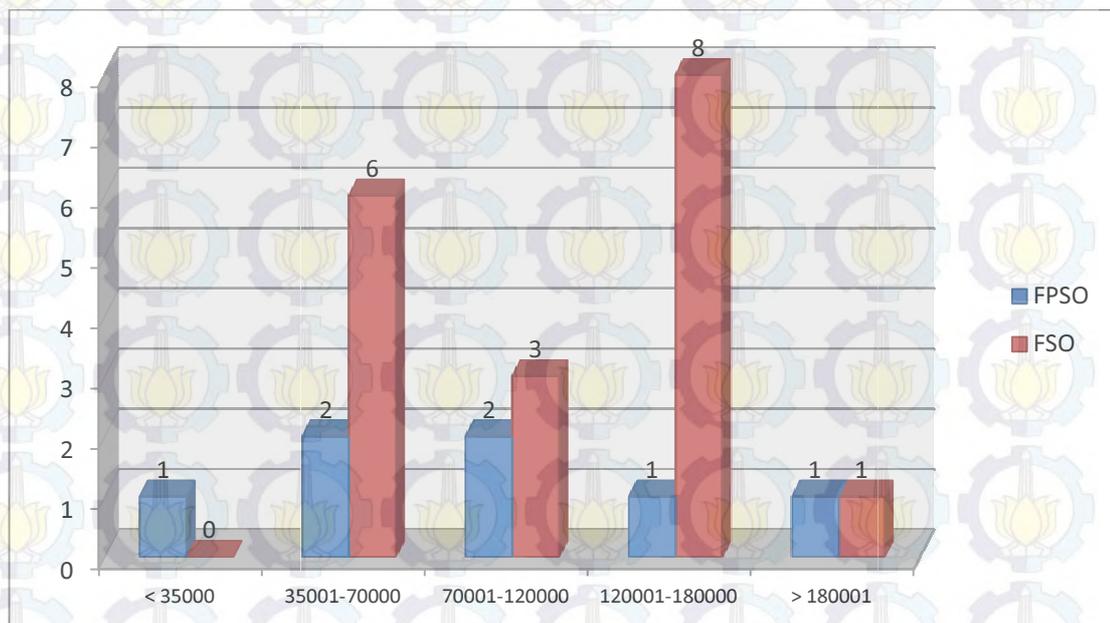
Tabel 4.6 Populasi FSO di Indonesia

No	Nama FSO	DWT	Kapasitas Peyimpanan (bbls)	Operator
1	Maxus Widuri	323,073	2,468,600	SAMPET
2	Intan	178,604	1,388,963	Tasik Madu
3	Federal I	149,235	1,082,928	Antar Buwana Petala
4	OSB Cinta Natomas	143,391	1,028,096	Duta Marine
5	OSB Ladinda	141,186	1,032,666	Trada Maritime
6	Hudbay Riau	137,000	900,000	Hudbay
7	OSB Arco Ardjuna	135,499	1,022,000	Ekanuri Indra
8	CNOOC 114	127,965	773,326	Silo Maritime
9	Lentera Bangsa	127,375	789,565	Trada Maritime
10	Udang Natuna	93,000	600,000	Conoco
11	Madura Jaya	88,723	633,000	EQUINOX
12	Laksmiati	81,275	652,252	Trada Maritime
13	Lynda	55,000	360,000	Cities Service

No	Nama FSO	DWT	Kapasitas Peyimpanan (bbls)	Operator
14	Shanghai	47,803	328,000	SAMPET
15	Raisis	42,861	262,975	Trada Maritime
16	Concord	37,642	273,666	Glory Ship Mgt
17	Maera Ayu	37,187	258,653	Trada Maritime
18	LPG Gas Concord	57,000	80,000	Compass Energy

(Sumber : www.tender-indonesia.com)

Berdasarkan kedua tabel tersebut diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa jumlah FPSO dan FSO dengan kapasitas lebih dari 180.000 DWT adalah sebanyak 2 unit, dengan kapasitas 120.000 DWT – 180.000 DWT adalah sebanyak 9 unit, dan untuk kapasitas dibawah 120.000 DWT adalah sebanyak 14 unit.



Gambar 4.7 Populasi FPSO dan FSO di Indonesia

4.2.4 Peluang Konversi Kapal Tanker Menjadi FPSO maupun FSO

Selain hal yang telah disebutkan diatas, berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2008 industri galangan kapal diorientasikan sebagai salah satu prioritas industri di Indonesia, dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa peluang untuk pembangunan FPSO dan FSO dengan cara konversi cukup besar, dimana Perpres No.28 Tahun

2008 tersebut memiliki target jangka panjang tahun 2014 – 2025 untuk industri galangan kapal dapat meningkatkan kemampuannya dalam membangun berbagai jenis kapal dengan spesifikasi khusus termasuk FPSO dan FSO.

Sejalan dengan penerapan asas cabotage yang hingga saat ini diterapkan, kapal berbendera asing memiliki proporsi yang semakin kecil. Padahal peranan kapal tersebut sangat vital untuk menunjang kegiatan eksplorasi dan produksi migas meskipun proporsi jumlahnya yang semakin kecil. Oleh karena itu, pembatasan pengoperasian kapal penunjang hulu migas yang berbendera asing akan berdampak luas bagi pembangunan nasional mengingat kapal khusus yang mendukung industri hulu migas sulit disediakan dengan berbendera Indonesia karena investasi dan teknologi yang tinggi, ketersediaan yang terbatas, dan kapasitas galangan yang belum mencukupi.

Menurut data Satuan Kerja Khusus Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi (SKK MIGAS), kebutuhan jumlah kapal yang mendukung operasi atau produksi eksplorasi migas di Indonesia setiap harinya mencapai 526 unit kapal dengan berbagai jenis kapal. Kapal tersebut antara lain :

Tabel 4.7 Kebutuhan Kapal Pendukung Operasi Kapal SKK Migas

No	Jenis Kapal	Jumlah
1	AHT / AHTS	29
2	Flat Top Barge	23
3	Crew Boat	66
4	DSV	5
5	FSO/FPSO/MOPU	25
6	Hopper Barge	14
7	Tug Boat / Terminal Tug / Harbour Tug	78
8	Sea Truck / Speed Boat / Fifi Sea Truck	144
9	LCT	45
10	Multipurpose Vessel / Utility Vessel	18
11	Oil Barge / Tanker	15
12	PSV / Supply vessel	10
13	Accomodation Barge / Accomodation Work Barge / Crane Barge	7
14	Others (RIV, mooring vessel, support vessel, scv, dll)	47
	JUMLAH	526

(Sumber : SKK Migas)

Dari data diatas, kebutuhan FPSO atau FSO untuk mendukung operasi dan produksi sebanyak 25 unit. Pada tabel berikut ini merupakan estimasi kebutuhan FPSO dan FSO tiap tahun mulai dari tahun 2014 – tahun 2025 :

Tabel 4.8 Estimasi Kebutuhan FPSO dan FSO Tiap Tahun

No	Jenis	Tahun											
		'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25
1	FPSO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	FSO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2

Usaha Hulu Migas pada masa mendatang akan lebih banyak merambah wilayah offshore, khususnya di wilayah tengah dan timur Indonesia mengingat cekungan di daratan sudah memasuki fase penurunan alami.



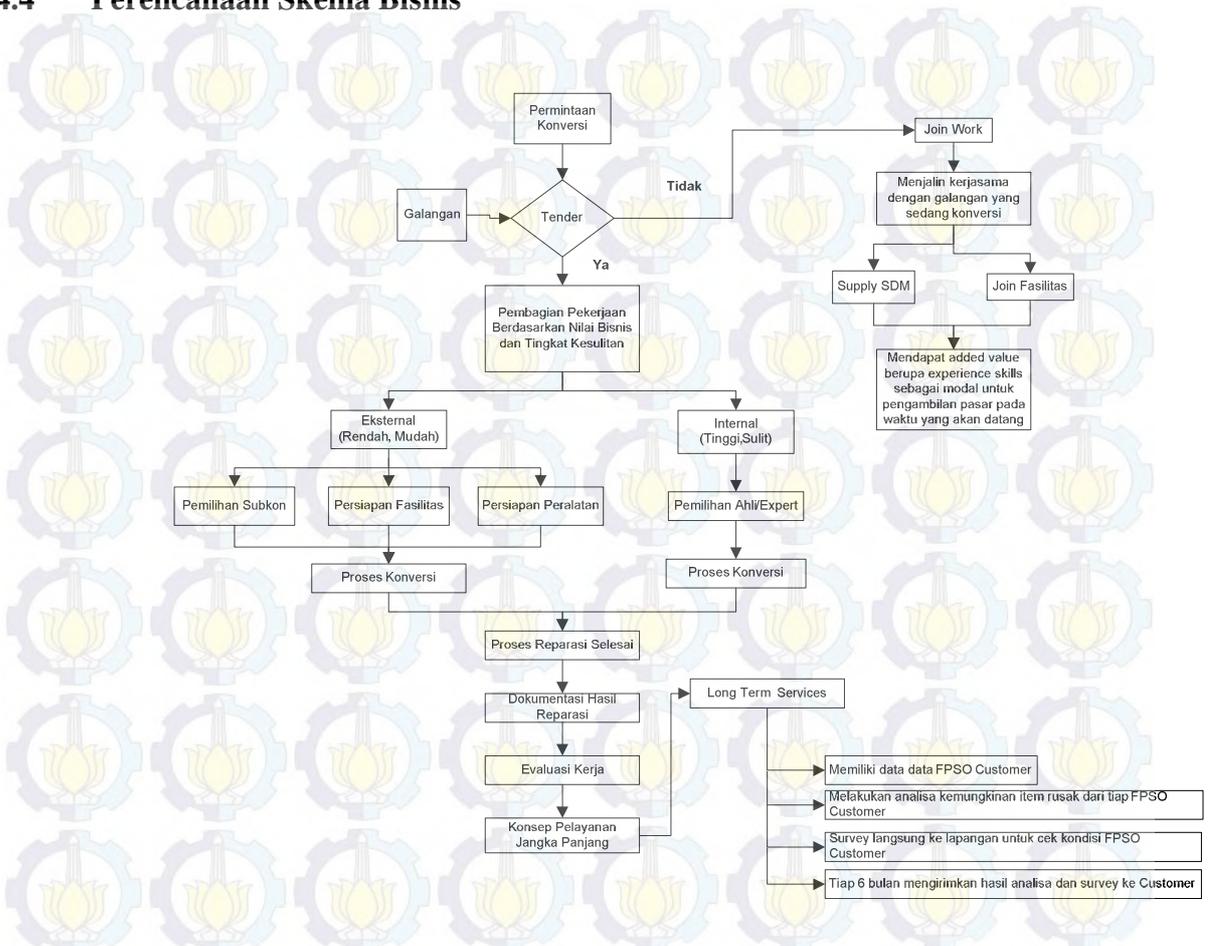
Gambar 4.8 Field yang Ada di Indonesia (Sumber : SKK Migas)

Berdasarkan hal-hal tersebut diatas, peluang pasar untuk konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO cukup besar, mengingat masih sedikitnya ketersediaan FPSO dan FSO di Indonesia dan belum adanya galangan yang secara khusus melakukan konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO. Adapun pangsa pasar sesuai kebutuhan dari SKK migas adalah sebanyak 25 unit FPSO atau FSO..

4.3 Penentuan Kapasitas Konversi Galangan

Berdasarkan populasi FPSO dan FSO di Indonesia seperti dijelaskan pada Tabel 4.2 dan 4.3, serta berdasarkan ketersediaan tanker berukuran 20.000 GT keatas yang berumur lebih dari 20 tahun (pada tahun 2013) berjumlah 25 unit (Gambar 4.7), maka kapasitas muatan diambil kapasitas sebesar 180.000 DWT karena pada kapasitas tersebut galangan juga memungkinkan dapat mereparasi FPSO dan FSO yang sudah ada, sehingga kapasitas galangan tersebut menjadi kapasitas yang sangat potensial.

4.4 Perencanaan Skema Bisnis

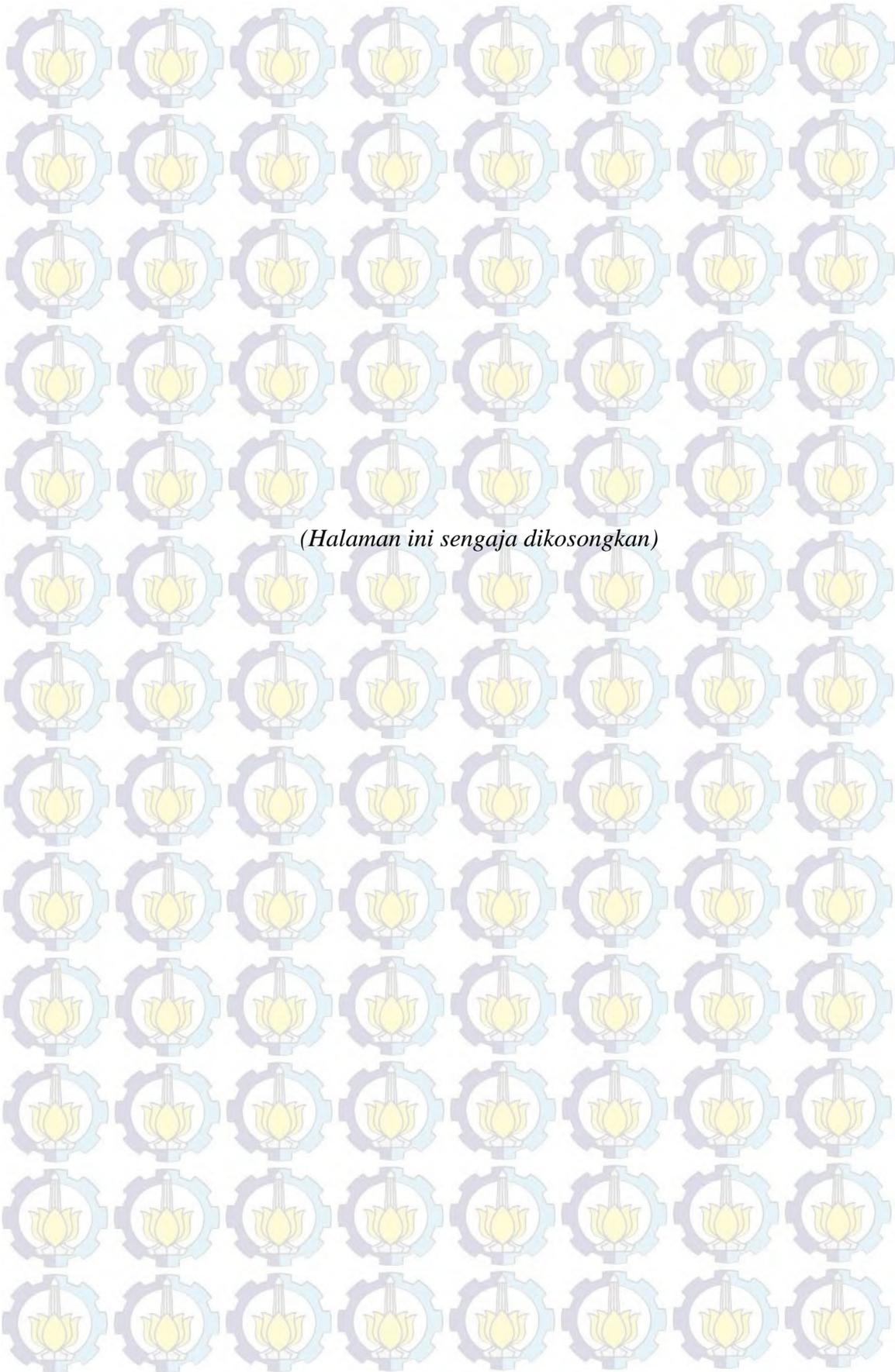


Gambar 4.9 Skema Bisnis Konversi Kapal Tanker Menjadi FPSO atau FSO

Pada skema bisnis diatas dapat dijelaskan jika galangan berhasil mendapatkan tender konversi kapal maka skema bisnis berlanjut ke pemilihan pekerjaan konversi berdasarkan nilai bisnis dan tingkat kesulitan, umumnya suatu pekerjaan konversi dengan tingkat kesulitan tinggi memiliki nilai bisnis yang tinggi pula begitu juga sebaliknya. Pekerjaan dengan nilai bisnis tinggi dan tingkat kesulitan tinggi direncanakan dikerjakan oleh galangan kapal, seperti pembangunan modul *topside deck*. Sedangkan untuk pekerjaan konversi yang memiliki nilai bisnis yang rendah dan tingkat kesulitan yang rendah, direncanakan dikerjakan sepenuhnya oleh sub kontraktor. Salah satu item pekerjaan yang akan dikerjakan oleh sub kontraktor adalah *hull working* seperti *blasting*, *painting*, *replating*, dll. Setelah pekerjaan dipilah berdasarkan nilai bisnis dan tingkat kesulitan dan kemudian proses konversi berjalan hingga proses konversi selesai. Setelah itu dilakukan proses pendokumentasian hasil konversi dengan tujuan nantinya hasil ini akan dipergunakan untuk proses *marketing* untuk mendapatkan pekerjaan konversi sejenis pada waktu berikutnya. Tahapan berikutnya dari skema bisnis ini adalah evaluasi kerja, tahapan ini dilakukan untuk memberikan saran dan perbaikan sehingga pada pekerjaan konversi

berikutnya bisa lebih baik sehingga pelanggan dapat merasakan kualitas pekerjaan yang diberikan galangan kapal. Mengingat aturan survey untuk *Floating Production Unit*, dimana FPSO ataupun FSO harus dilakukan survey tahunan, survey khusus, dan docking survey, serta membuat agar pelanggan tidak beralih ke galangan kapal lain ketika akan melakukan survey atau reparasi berikutnya maka dibuatlah konsep jangka panjang yang disebut dengan *Long Term Service*. Dalam konsep ini dari pihak galangan kapal memberikan pelayanan tambahan kepada pelanggan berupa pemberian report tentang kondisi produk pelanggan dari sisi pemeliharaan. Diharapkan dengan konsep ini pelanggan dapat merasa nyaman dan puas dengan pelayanan yang diberikan galangan kapal sehingga dapat melakukan reparasi pada tahun berikutnya tanpa beralih ke galangan lain.

Tahapan diatas adalah tahapan jika galangan kapal dapat langsung memenangkan tender tanpa harus memiliki pegalaman. Namun umumnya banyak proses tender yang mengharuskan adanya *experience list* atau daftar pekerjaan sejenis yang pernah dilakukan oleh galangan kapal. Jika disyaratkan demikian maka galangan kapal yang baru tidak akan bisa masuk dan ikut bersaing untuk mendapatkan proyek tersebut dikarenakan tidak adanya pengalaman yang dimiliki galangan. Agar galangan dapat memiliki pengalaman dalam melakukan konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO maka salah satu cara yang harus dilakukan galangan kapal adalah menjalin kerjasama dengan pihak galangan kapal yang sedang melakukan konversi. Kerjasama ini dapat berupa *supply* SDM ataupun *join* fasilitas. Nantinya dengan kerjasama ini pihak galangan kapal baru akan mendapatkan nilai tambah yaitu berupa pengalaman melakukan konversi, pengalaman ini akan mejadi modal untuk dapat menerima permintaan konversi.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5

ASPEK TEKNIS PERENCANAAN GALANGAN KAPAL

5.1 Dasar Kebutuhan Perencanaan

Dengan mempertimbangkan hal-hal mengenai peluang konversi kapal tanker menjadi FPSO ataupun FSO, dan perumusan serta pembatasan permasalahan penelitian seperti yang dipaparkan pada bab sebelumnya, maka dapat diidentifikasi kriteria khusus sebagai dasar kebutuhan perencanaan galangan kapal untuk keperluan konversi tanker menjadi FPSO atau FSO berdasarkan aspek teknis dan ekonomis. Kriteria yang menjadi dasar kebutuhan galangan kapal tersebut, diutarakan sebagai berikut :

1. Galangan kapal dapat memenuhi kebutuhan pasar konversi kapal tanker dengan kapasitas sampai dengan 180.000 DWT.
2. Galangan kapal mempunyai fasilitas graving dok sesuai ukuran utama untuk kapal tanker sampai dengan kapasitas 180.000 DWT dengan memperhatikan kondisi geografis lokasi galangan maupun kondisi perairan daerah setempat.
3. Fasilitas produksi dapat menunjang proses penambahan konstruksi pada lambung, penambahan ruang akomodasi, pembuatan helideck, dan modul produksi sebagaimana diperlukan oleh sebuah galangan kapal untuk konversi Tanker menjadi FPSO atau FSO.

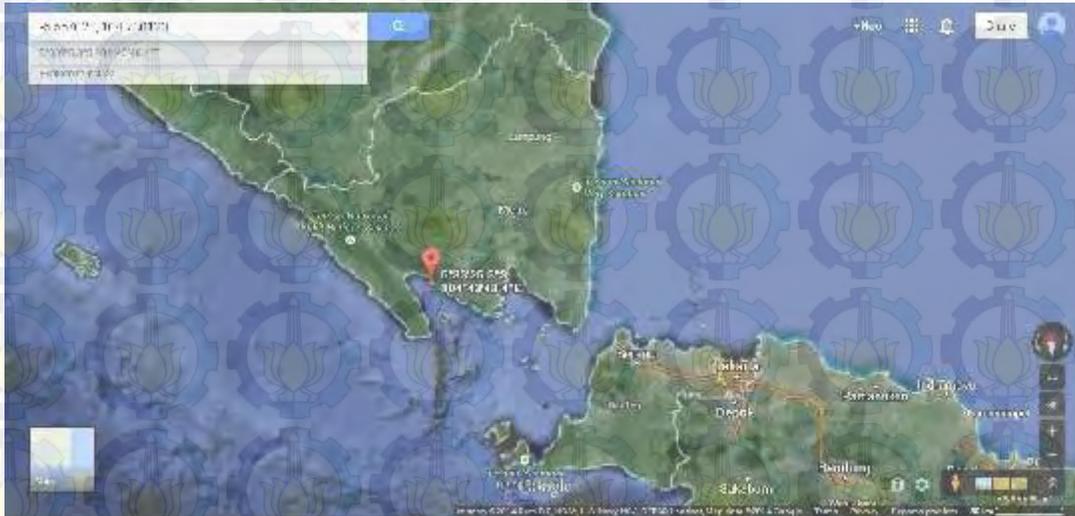
5.2 Penentuan Lokasi Pembangunan Galangan Kapal

Lokasi pengembangan galangan kapal khusus konversi kapal tanker menjadi FPSO dan FSO telah ditentukan di Teluk Semangka, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. Pemilihan lokasi tersebut karena dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Tanggamus Tahun 2011-2031 kawasan tersebut ditetapkan sebagai Kawasan Strategis Kabupaten Tanggamus yang akan dikembangkan sebagai Kawasan Industri Maritim. Terdapat beberapa alasan yang mendasari penetapan kawasan ini menjadi kawasan strategis adalah karena posisi dan letak geografisnya yang dimungkinkan untuk dilakukan pengembangan dan pembangunan beberapa aktivitas atau kegiatan strategis. Pengembangan dan pembangunan beberapa aktivitas yang direncanakan dalam kawasan memiliki pengaruh sangat penting bagi perkembangan wilayah dalam aspek ekonomi.

5.3 Analisa Lokasi Pembangunan Galangan Kapal

Kabupaten Tanggamus adalah salah satu kabupaten di Provinsi Lampung, Indonesia. Ibu kota kabupaten ini terletak di Kota Agung Pusat. Kabupaten Tanggamus diresmikan

berdasarkan Undang-Undang Nomor 2 Tahun 1997, tanggal 21 Maret 1997. Kabupaten ini memiliki luas wilayah 3.356,61 km² dan berpenduduk sebanyak 287.176 jiwa (2012) dengan kepadatan penduduk 192 jiwa/km². Nama Kabupaten Tanggamus diambil dari nama Gunung Tanggamus yang berdiri tegak tepat di jantung Kabupaten Tanggamus.

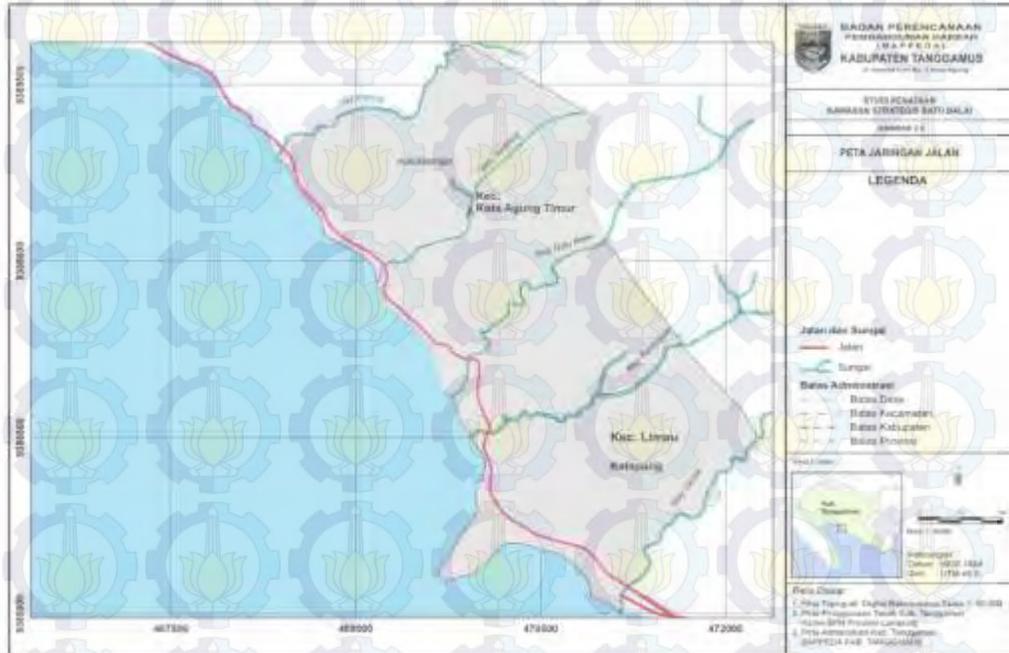


Gambar 5.1 Lokasi Pengembangan Kawasan Industri Maritim

Telah dilakukan pengamatan pada lokasi pengembangan galangan kapal di Kabupaten Tanggamus – Lampung, untuk mengetahui batas lokasi sesuai dengan ordinat pada Surat Persetujuan Prinsip yang telah dikeluarkan oleh Pemerintah Kabupaten Tanggamus, dengan hasil sebagai berikut :

a) **Letak Geografis**

Rencana pengembangan galangan kapal khusus konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO terletak di kecamatan Kota Agung Timur. Batas timur dibatasi dengan adanya sungai dengan ordinat 5° 33.709'S dan 104° 44.386'E, batas barat juga dibatasi oleh sungai dengan ordinat 5° 31.691'S dan 104° 42.883'T. Berikut dapat dilihat gambar batas sebelah barat dan timur lokasi lahan, bagian yang diarsir abu-abu merupakan lahan pengembangan :



Gambar 5.2 Peta Lahan Pengembangan
(Sumber : BAPPEDA Kabupaten Tanggamus)

b) Kondisi Geografis

Kondisi geografis daerah pengamatan tersebut secara umum adalah area perairan di dalam teluk, sebagian tanah datar hasil pematangan lahan, daerah perbukitan, beberapa area pertanian rakyat/ kebun-kebun desa dan kelompok hunian yang tidak terlampaui padat dalam bentuk dukuh / dusun secara sporadis.

Sebelah calon lokasi galangan kapal telah terbangun dermaga / jetty dengan panjang + 200 m dan lebar 6 m. Akan tetapi dermaga / jetty tersebut belum terdapat aktifitas loading - unloading.

c) Kondisi Perairan dan Daratan

Kondisi perairan merupakan daerah didalam teluk dengan kedalaman + - 10 m, dengan jarak + 250 m dari bibir pantai, panjang garis pantai + 1 Km kondisi perairan tenang karena terdapat pulau Tabuan di tengah teluk tersebut. Sedangkan kondisi daratan masih berupa perbukitan dengan ketinggian sampai dengan 50 m diatas permukaan air laut, semak belukar serta perkebunan.



Gambar 5.4 Kondisi Jalan Arteri Kota Agung

Dari gambar tersebut diatas terlihat bahwa jalan arteri cukup lebar, dengan kapasitas dapat dilalui oleh kendaraan muatan berat/truk. Di sekitar lokasi tidak terlampau padat hunian/pemukiman, sehingga untuk akses truk muatan berat cukup baik. Sedangkan kondisi jalan untuk akses masuk dari arteri menuju ke calon lokasi kawasan industri maritim perlu diperkuat dan diperlebar, agar dapat dilalui oleh kendaraan muatan berat / Truck / Container. Jalan tersebut juga harus dilengkapi dengan akses infrastruktur, seperti jaringan listrik, limbah / saluran air pembuangan dll. Berikut adalah kondisi jalan masuk dari jalan arteri sampai ke calon lokasi kawasan industri maritim:



Gambar 5.5 Kondisi Jalan Masuk Dari Jalan Arteri Menuju Lokasi

Dari jalan arteri sampai ke calon lokasi galangan kapal menempuh jarak ± 9 Km melewati pesisir pantai, dengan kondisi jalan beraspal dengan kondisi rusak yang cukup parah dengan lebar ± 3 m. Sepanjang jalan menuju calon lokasi lahan galangan kapal terdapat pemukiman – pemukiman penduduk yang tidak terlampau padat. seperti tampak pada gambar dibawah ini:



Gambar 5.6 Kondisi Jalan di Lokasi

g) **Kondisi Demografi**

Kondisi demografi daerah tersebut, terdiri atas area yang tidak terlalu padat penduduk dengan mata pencaharian utama adalah nelayan, petani dan pedagang, dengan status sosial sangat bervariasi dari yang masih sangat sederhana sampai dengan modern. Rumah penduduk umumnya sudah terbuat dari batu bata, dengan fasilitas sanitasi sederhana, fasilitas pendidikan sudah cukup banyak (baik SD, SMP, SMA maupun Madrasah dan pondok pesantren) dan usaha perdagangan sudah berkembang dengan baik.

Penyediaan tenaga kerja cukup baik, hanya pada usia lapangan kerja penduduk disekitar daerah masih terbiasa dengan pola hidup nelayan, petani dan pedagang (bukan untuk pekerja industri).

Dari lahan 400 hektar yang sedang dikembangkan sebagai Kawasan Industri Maritim dipilih lahan yang memiliki kondisi bibir pantai paling curam untuk meminimalisir biaya pengerukan dan mengingat kedalaman graving dock harus dapat memenuhi kapasitas 180.000 DWT. Berdasarkan peta bathymetri, lokasi yang paling memenuhi terletak seperti dideskripsikan pada gambar berikut :



Gambar 5.7 Lokasi Pembangunan yang Dipilih

5.4 Perencanaan Fasilitas dan Tata Letak Galangan Kapal

Berdasarkan analisa peluang pasar yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya, penulis berorientasi untuk menyediakan kapasitas galangan khusus konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO sebesar 180.000 DWT. Dengan pertimbangan dimensi kapal tanker sebesar 180.000 DWT maka dapat dilakukan perencanaan fasilitas utama dan fasilitas penunjang dengan kapasitas yang memenuhi.

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, mengenai penambahan modul pada *topside deck* di FPSO maupun FSO, modul tersebut dapat dibuat pada galangan yang sama atau dibuat oleh pihak lain. Dalam hal ini, galangan yang direncanakan khusus konversi tanker menjadi FPSO atau FSO juga direncanakan dapat memproduksi modul *topside deck*. Oleh karena itu, dibutuhkan fasilitas fabrikasi hingga *assembly* untuk produksi modul *topside deck*. Selain itu, perencanaan alat angkat juga direncanakan untuk mengangkat modul tersebut yang memiliki berat hingga 450 ton.

5.4.1 Perencanaan Graving Dock

Space dock yang direncanakan akan dibangun pada galangan khusus konversi tanker menjadi FPSO atau FSO ini adalah jenis *graving dock* (dok galian). Analisa untuk pembangunan dock ini adalah ukuran dari dock itu sendiri meliputi panjang, lebar, dan kedalaman. Berdasarkan kecenderungan ukuran kapal untuk 180.000 DWT, diambil dari sampel ukuran utama kapal yang terbesar dengan kapasitas tersebut. Maka diambil ukuran utama kapal 180.000 DWT :

Nama Kapal	: Aker Smart
LOA	: 282 m
B	: 51 m
H	: 24 m
T	: 20 m

Maka, ukuran graving dock berkapasitas 180.000 DWT yang tepat adalah:

- Panjang graving dock adalah panjang kapal + 4 ~ 6 m = 288 m
Angka penambahan yang diambil adalah 6 m. Penambahan sebesar 6 m dirasa kurang cukup untuk areal kerja di haluan kapal dan di buritan kapal. Crane juga butuh ruang gerak untuk dapat dengan mudah memasukkan material pelat, pelepasan propeler, mesin penggerak utama, dan poros propeler di buritan kapal, Oleh karena itu, panjang *Graving Dock* direncanakan 300 meter.
 - Lebar graving dock adalah lebar kapal + 2 ~ 4 m = 55 m
Penambahan lebar graving dock sebesar 4 m lebar kapal adalah cukup sebagai space untuk daerah kerja di lambung kapal. Pekerjaan di daerah lambung kapal meliputi penggantian pelat, pengecatan, dan memasukkan material pelat oleh crane di lambung kapal. Penambahan masing – masing 2 m pada sebelah kanan dan kiri graving dock juga berguna sebagai space untuk pipa – pipa di dinding graving dock.
 - Tinggi graving dock adalah sebagai berikut:
 - Tinggi permukaan tanah dari air pada kondisi pasang dimana kondisi ini kapal masuk dock adalah 1 m.
 - Tinggi balok kayu untuk menumpu kapal di dock adalah 1 m.
 - Jarak antara balok kayu dengan kapal saat di dock adalah 0,5 m
 - Sarat kapal kosong
- Displ = $L \times B \times T \times C_b \times 1,025$

$$= 282 \times 51 \times 20 \times 0,88 \times 1,025$$

$$= 259.451 \text{ ton}$$

$$\text{DWT} = 180.000 \text{ ton}$$

$$\text{Payload} = 0,87 \times \text{DWT} \quad (\text{Parametric Design. Ch.11})$$

$$= 156.600 \text{ ton}$$

$$\text{T kosong} = (\text{Displ} - \text{Payload}) / L \times B \times C_b \times 1,025$$

$$= 7,92 \text{ meter}$$

- Sehingga tinggi graving dock adalah $1+1+0,5+7,92=10,42 \text{ m}$.

➤ Dimensi graving dock adalah $300 \text{ m} \times 55 \text{ m} \times 10,42 \text{ m}$

Berdasarkan pada perhitungan yang ada (Ruth Ira G.2006. *Tugas Akhir Perencanaan Detail Struktur Graving Dock di Kawasan Pangkalan TNI AL di Kecamatan Semampir Kota Surabaya*) maka struktur graving dock adalah struktur yang bisa berdiri sendiri sehingga tidak membebani. Hal – hal yang harus diperhatikan diantaranya:

1. Tebal dinding utama:

$$t = H/14 \sim H/12 = 10/13 = 0,77 \text{ m} , \text{ dibuat menjadi } 80 \text{ cm}$$

2. Penentuan jarak dinding conterfort (penguat vertikal dinding bangunan) adalah 5 m sepanjang graving dock (288 m), maka terdapat 58 conterfort.

3. Tebal dinding conterfort

$$t = H/14 - H/12 = 10/13 = 0,77 \text{ m} , \text{ dibuat menjadi } 80 \text{ cm}$$

4. Jarak tiang pancang memanjang adalah 5 meter atau tepat dibawah dinding conterfort dan jarak melintangnya adalah 5,5 meter.

5.4.2 Analisa Kebutuhan Baja untuk Konversi

Dalam analisa kebutuhan material baja untuk konversi dibutuhkan metode pendekatan untuk mendapatkan beban pekerjaan (*workload*) yang kemudian didapatkan kebutuhan material per-hari. Konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO pada dasarnya memiliki beberapa pekerjaan umum, diantaranya adalah :

- Perbaikan dan penambahan konstruksi dan replating
- Penambahan modul (pada FPSO)
- Penambahan ruang akomodasi
- Pelepasan main engine, sistem propulsi dan rudder

Pada analisa yang telah dilakukan oleh *Texas A&M University (2003)* untuk pembangunan FPSO baru berukuran 180.000 DWT didapatkan data berat seperti pada tabel 5.1

Tabel 5.1 Estimasi Berat FPSO

Lightship	Tonnes	Long Tons	
Lightship w/o topsides	31865	31360	*scaled from example
Machinery:			*assumed from previous year
Crane (2)	70	69	
Power Generation	1484	1460	
Separation	1790	1762	
Production Water Glycol	1400	1378	
Water Injection + treatment	1086	1069	
Flare tower(optional)	10	10	
Helideck	20	20	
Quarters	1000	984	
Additional Steel	7000	6889	
Crew quarters and accommodations	1000	984	
Pipes and cables	5000	4920	
Topside weight	19870	19555	
Total lightship	51735	50915	

(Sumber : Design of a Floating Production Storage and Offloading (FPSO) System and Oil Offtake System For Offshore West Africa, Texas A&M University)

Berdasarkan data tersebut diatas, dapat diasumsikan bahwa dalam konversi kapal tanker 180.000 DWT menjadi FPSO terdapat penambahan berat baja sebesar 8.030 ton pelat dan 5.000 ton pipa dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 5.2 Estimasi Berat Pekerjaan Konversi Tanker Menjadi FPSO

Lightship	Tonnes
Flare Tower	10
Helideck	20
Quarters	1000
Additional Steel	7000
Pipes and cables	5000

Untuk konversi tanker menjadi FSO tidak memerlukan penambahan material sebesar penambahan material baja pada FPSO. Dengan dasar bahwa pada FSO tidak diperlukan peralatan produksi sebesar FPSO pada geladak utamanya, maka penambahan baja dan perpipaan tidak sebesar pada FPSO. Oleh karena itu, penambahan berat baja untuk konversi tanker menjadi FSO diasumsikan sebagai berikut :

Tabel 5.3 Estimasi Berat Pekerjaan Konversi Tanker Menjadi FSO

Lightship	Tonnes
Flare Tower	10
Helideck	20
Quarters	1000
Additional Steel	2000
Pipes and cables	1250

Dengan pertimbangan waktu pengerjaan konversi tanker menjadi FPSO adalah 18 bulan, maka kebutuhan material baja adalah sebagai berikut :

Tabel 5.4 Total Kebutuhan Berat Material untuk Konversi Tanker Menjadi FPSO

Kebutuhan	Berat (ton)	Lama Waktu Konversi	Total Berat (ton/tahun)
Pelat dan Profil	8030	18 bulan	5353,33
Pipa	5000	18 bulan	3333,33
		Total	8686,66

Dan untuk konversi tanker menjadi FSO selama 9 bulan, maka kebutuhan material baja adalah sebagai berikut :

Tabel 5.5 Total Kebutuhan Berat Material untuk Konversi Tanker Menjadi FSO

Kebutuhan	Berat (ton)	Lama Waktu Konversi	Total Berat (ton/tahun)
Pelat dan Profil	3030	9 bulan	4040
Pipa	1250	9 bulan	1666,66
		Total	5706,66

Berdasarkan tabel 5.4 dan tabel 5.5 didapatkan total kebutuhan material untuk konversi adalah sebagai berikut :

Tabel 5.6 Total Kebutuhan Berat Material

Kebutuhan	Tanker – FPSO (ton/tahun)	Tanker – FSO (ton/tahun)	Total Berat (ton/tahun)
Pelat dan Profil	5353,33	4040	9393,33
Pipa	3333,33	1666,66	4999,99
		Total	14393,32

Untuk alokasi beban kerja pada tiap bengkel sesuai dengan beban kerja diatas, maka dapat dibuat Ship Building Line Chart seperti pada tabel 5.7 berikut ini :

5.4.3 Perencanaan Fasilitas Penunjang Galangan Kapal khusus Konversi

Dalam proses pembangunan galangan kapal, perencanaan fasilitas merupakan perihal yang sangat penting. Pengambilan keputusan pemilihan mesin serta jumlahnya harus berdasarkan pada pertimbangan kelayakan pemenuhan kapasitas produksi. Selain itu pemilihan mesin atau peralatan produksi yang tepat juga akan menghasilkan tata letak pabrik yang baik. Dalam proses penentuan jumlah mesin yang dibutuhkan ada beberapa variabel yang harus diperhatikan, yaitu

- Volume produksi yang harus tercapai
Merupakan beban kerja yang harus dilaksanakan oleh galangan kapal sesuai dengan total berat kebutuhan material baja untuk proses konversi sebagaimana pada tabel 5.3
- Waktu kerja standard untuk proses operasi yang berlangsung
Dalam perencanaan mesin dibutuhkan variabel jam operasi kerja mesin. Berikut jam kerja mesin yang ditetapkan:

Tabel 5.8 Jumlah Hari Kerja Aktif Dalam 1 Tahun

Hari Aktif	Libur Minggu	Libur Hari Besar	Total
299	52	14	365
Keterangan :			
Jam Operasional Galangan = 8 Jam/hari			
Jam Kerja Efektif = 6 Jam/hari			

- Faktor Efisiensi jam kerja
Harga umum yang diambil untuk Efisiensi jam kerja berkisar antara 0.8 - 0.9 (*Sumber: Wignjosoebroto, Sritomo*)

Berdasarkan pertimbangan diatas dan kapasitas produksi galangan yang harus dicapai dalam satu tahun, maka didapatkan beban kerja per-hari untuk menentukan kapasitas mesin dengan rincian sebagai berikut :

d.) Beban Kerja untuk Pelat (ton/hari)

Untuk menentukan kapasitas mesin yang sesuai, maka dilakukan perhitungan beban kerja mesin berdasarkan jumlah material yang harus diproses dan waktu yang tersedia, berikut ini adalah rincian perhitungan beban kerja untuk pelat :

$$\text{Jumlah hari kerja aktif} = 299 \text{ Hari (Tabel 5.8)}$$

$$\text{Beban pelat selama satu tahun} = 9393.33 \text{ Ton (Tabel 5.6)}$$

$$\text{Beban kerja/hari} = \frac{9393.33 \text{ Ton}}{299 \text{ Hari}}$$

$$\text{Beban kerja perhari} = 31.41 \text{ Ton/hari}$$

e.) Beban Kerja untuk Pipa (ton/hari)

Untuk menentukan kapasitas mesin yang sesuai, maka dilakukan perhitungan beban kerja mesin berdasarkan jumlah material yang harus diproses dan waktu yang tersedia, berikut ini adalah rincian perhitungan beban kerja untuk pelat :

$$\text{Jumlah hari kerja aktif} = 299 \text{ Hari (Tabel 5.8)}$$

$$\text{Beban pelat selama satu tahun} = 5000 \text{ Ton (Tabel 5.6)}$$

$$\text{Beban kerja/hari} = \frac{5000 \text{ Ton}}{299 \text{ Hari}}$$

$$\text{Beban kerja perhari} = 16.72 \text{ Ton/hari}$$

Pelaksanaan proses produksi dilakukan secara bertingkat menggunakan berbagai macam mesin sesuai dengan kegiatan pada setiap bengkel. Oleh karena itu perencanaan mesin dan jumlah disesuaikan dengan jenis pekerjaan pada setiap proses.

Fasilitas penunjang dirancang untuk memenuhi kebutuhan konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO, seperti kebutuhan konstruksi tambahan, konstruksi *external turret*, konstruksi modul, perubahan-perubahan pada ruang akomodasi, dan sebagainya seperti yang dijelaskan sebelumnya.

Bangunan gudang dan bengkel dirancang terbuat dari rangka baja dan pondasi dengan dinding batako dan atap asbes. Bangunan dirancang semi terbuka agar pencahayaan dan sirkulasi udara dapat mengalir dengan baik. Detail masing-masing ruangan dijelaskan sebagai berikut :

1. Gudang Penyimpanan

Gudang ini merupakan tempat penampungan / penyimpanan material yang diperlukan untuk pembangunan konstruksi lambung dan modul *topside deck*. Misalnya untuk penyimpanan pelat, pipa, dan profil. Didalam gudang ini juga terdapat peralatan untuk persiapan material sebelum dilakukan proses fabrikasi, misalnya proses sand blasting untuk pembersihan material,

pelurusan pelat, dan pengcatan primer. Untuk menghitung luasan gudang penyimpanan didasarkan pada beberapa hal berikut ini :

- Kebutuhan pelat dan profil untuk konversi adalah sebesar 9.393,33 ton/tahun dengan asumsi pelat 75 % (7044,99 Ton), profil 25 % (2348,33 Ton), dan pipa 5000 ton/tahun.
- Dilakukan pemesanan 3 kali dalam setahun, sehingga berat material dalam satu kali pemesanan adalah 2348,33 Ton untuk pelat, 782,77 Ton untuk profil, dan 1666,6 Ton untuk pipa.
- Dengan mengasumsikan persentase penggunaan untuk masing-masing ketebalan pelat adalah 10% untuk 14 mm, 30% untuk 12 mm, 30% untuk 10 mm, dan 30% untuk 8 mm. sehingga perhitungan kebutuhan pelat dapat dilihat pada tabel 5.9 berikut ini:

Tabel 5.9 Distribusi Pemesanan Pelat

No	Jenis Pelat	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Berat Satuan (Ton)	Jumlah/Pesan (Ton)	Jumlah Pelat (Lembar)
1	Pelat 14 mm (10%)	6	1.8	0.014	1.18692	234.83	198
2	Pelat 12 mm (30%)	6	1.8	0.012	1.01736	704.50	692
3	Pelat 10 mm (30%)	6	1.8	0.01	0.8478	704.50	831
4	Pelat 8 mm (30%)	6	1.8	0.008	0.67824	704.50	1039
Total						2348.33	2760

- Berdasarkan tabel tersebut dapat dilakukan perhitungan kebutuhan luas gudang penyimpanan dengan asumsi tiap 30 lembar pelat menjadi 1 tumpukan pelat. Berikut ini adalah perhitungan kebutuhan luas gudang penyimpanan :

Tabel 5.10 Perhitungan Luas Penyimpanan Pelat

No	Jenis Pelat	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Berat Satuan (Ton)	Jumlah/Pesan (Ton)	Jumlah Pelat (Lembar)	Jumlah Tumpukan	Kebutuhan Tempat (m ²)
1	Pelat 14 mm (10%)	6	1.8	0.014	1.18692	234.83	198	7	71.22634213
2	Pelat 12 mm (30%)	6	1.8	0.012	1.01736	704.50	692	23	249.2921975
3	Pelat 10 mm (30%)	6	1.8	0.01	0.8478	704.50	831	28	299.1506369
4	Pelat 8 mm (30%)	6	1.8	0.008	0.67824	704.50	1039	35	373.9382962
Total						2348.33	2760	92	993.6074727

Tabel 5.11 Perhitungan Luas Penyimpanan Profil

ITEM	NILAI	SATUAN
Profil	782777.50	Kg
Berat/profil	100	Kg
Jumlah profil	7828	Profil
Ukuran rak profil	3x6	m ²
Berat profil/m ²	5.6	kg/m ²
JUMLAH PROFIL/RAK	900	Profil
jumlah rak yang dibutuhkan	9	Buah
jarak antar rak	1.5	m
luas penyimpanan profil	175.5	m ²

Tabel 5.12 Perhitungan Luas Penyimpanan Pipa

ITEM	NILAI	SATUAN
Pipa	1666663.33	Kg
berat/pipa	80	Kg
jumlah pipa	20833	Pipa
ukuran rak pipa	2x6	m ²
berat pipa/m ²	6.7	kg/m ²
JUMLAH Pipa/RAK	750	Pipa
jumlah rak yang dibutuhkan	28	Buah
jarak antar rak	1.5	m
luas penyimpanan pipa	378	m ²

Berdasarkan perhitungan kebutuhan luasan area penyimpanan pada tabel 5.10, 5.11, dan 5.12 diatas, maka luas gudang penyimpanan diperlukan area seluas $993,6 \text{ m}^2 + 175,5 \text{ m}^2 + 378 \text{ m}^2 = 1547,1 \text{ m}^2$ dan untuk keperluan area peralatan persiapan sebesar $15 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 450 \text{ m}^2$. Luas gudang yang diperlukan adalah $1997,1 \text{ m}^2$. Dengan ukuran $50 \text{ m} \times 40 \text{ m} = 2000 \text{ m}^2$ maka luas gudang penyimpanan telah mencukupi. Dan kebutuhan jumlah rak sebanyak 9 unit untuk penyimpanan profil dan 28 unit untuk penyimpanan pipa.

Fasilitas yang diperlukan adalah :

a. Plate Straightening Roller

Kegunaan mesin ini adalah untuk meluruskan pelat. Dengan besar beban kerja untuk pelat perhari sebesar 31,41 Ton/hari, maka untuk pemenuhan beban kerja tersebut direncanakan mesin *plate straightening roller* dengan jenis dan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 5.13 Spesifikasi *Plate Straightening Roller*

Spesifikasi Mesin	
Kecepatan Mesin	2 m/menit = 1.33 menit/ton
Tebal Pelat (Max.)	20 mm
Lebar Pelat (Max.)	3200 mm
Dimensi Mesin	$p = 9150 \text{ mm}$
	$l = 4760 \text{ mm}$
	$h = 9150 \text{ mm}$

Dengan spesifikasi mesin yang telah direncanakan tersebut untuk memenuhi beban kerja sebesar 33,41 Ton/hari, maka selanjutnya untuk menentukan jumlah mesin

yang dibutuhkan untuk aktivitas operasi dihitung menggunakan rumus umum sebagai berikut :

$$N = \frac{T}{60} \frac{P}{D \cdot E}$$

Keterangan :

N = Jumlah mesin yang dibutuh kan untuk operasi produksi

P = Jumlah beban kerja mesin perhari (Ton)

T = Total waktu yang dibutuhkan mesin untuk beroperasi (menit/ton)

D = Jam operasi kerja mesin yang tersedia (Jam)

E = Faktor efisiensi kerja mesin, harga yang diambil 0.8

(Sumber : Wignjosuebrot, Sritomo)

Dengan menggunakan rumus diatas maka didapatkan jumlah mesin *plate straightening roll* yang dibutuhkan untuk memenuhi beban kerja pabrik perhari adalah sebagai berikut :

$$N = \frac{T}{60} \frac{P}{D \cdot E}$$

$$N = \frac{1.33 \text{ (menit/Ton)}}{60} \frac{31,41 \text{ (Ton)}}{6 \text{ (jam)} \cdot 0.8}$$

$$N = 0.145$$

$$N = 1 \text{ unit}$$

Maka, mesin yang dibutuhkan adalah sebanyak 1 unit. Sedangkan untuk operator mesin direncanakan untuk setiap mesin memiliki 1 operator.

b. Shot Blasting & Painting Machine

Kegunaan mesin ini adalah untuk membersihkan permukaan pelat dari karat atau kotoran-kotoran yang menempel pada saat penyimpanan di gudang dan mengecat primer secara langsung setelah dilakukan pembersihan. Dengan besar beban kerja sebesar 31,41 Ton/hari, maka untuk pemenuhan beban kerja tersebut direncanakan sebagai berikut :

Tabel 5.14 Spesifikasi Shot Blasting & Painting Machine

Spesifikasi Mesin	
Kecepatan Mesin	0.5 – 4 m/menit = 0.94 menit/ton
Tebal Pelat (Max.)	3 – 60 mm

Spesifikasi Mesin	
	$\rho = 25.017 \text{ m}$
Dimensi Mesin	$l = 4.5 \text{ m}$
	$h = 9.015 \text{ m}$

Sedangkan untuk perhitungan jumlah mesin yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

$$N = \frac{T \cdot P}{60 \cdot D \cdot E}$$

$$N = \frac{0.94 \text{ (menit/Ton) } \cdot 31,41 \text{ (Ton)}}{60 \cdot 6 \text{ (jam)} \cdot 0.8}$$

$$N = 0,10251$$

$$N = 1 \text{ unit}$$

Maka, mesin yang dibutuhkan adalah sebanyak 1 unit. Sedangkan untuk operator mesin direncanakan untuk setiap mesin memiliki 1 operator.

c. *Overhead Crane*

Digunakan untuk *material handling* mengangkat bahan baku berupa pelat, profil, dan pipa dari area penyimpanan menuju peralatan persiapan seperti dijelaskan diatas, maupun pemindahan bahan baku dari mesin ke mesin. Untuk menunjang beban kerja pelat sebesar 31,41 ton/hari dan pipa sebesar 16,72 ton/hari, maka direncanakan *overhead crane* yang digunakan berkapasitas 5 Ton. Perencanaan peralatan tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 5.15 Spesifikasi *Overhead Crane*

Spesifikasi Mesin	
Kapasitas	5 Ton
Panjang Bentangan Craine (S)	7.5 – 22.5 m
Tinggi Pengangkatan	6, 9, 12, 18 m
Kecepatan Angkat	20 m/menit
Kecepatan Jalan	30 m/menit

Dikarenakan gudang berukuran 50 m x 40 m, maka dibutuhkan 2 unit overhead crane dengan panjang rentang 22,5 m untuk menjangkau seluruh bagian gudang penyimpanan. Untuk operator mesin 1 orang per mesin sehingga untuk operator craine di tahapan persipan direncanakan berjumlah 2 orang.

d. Fork Lift

Digunakan untuk mobilitas material yang lebih bebas terutama pada material pipa, karena penggunaan *overhead crane* dengan sistem magnetic dirasa kurang efektif untuk mobilitas pipa. Perencanaan peralatan tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 5.16 Spesifikasi Forklift

Spesifikasi Mesin	
Kapasitas	5 Ton
Panjang fork	1,2 m
Tinggi Pengangkatan	6 m
Mesin	Diesel

Dibutuhkan 1 unit forklift untuk memenuhi kapasitas dan untuk operator adalah 1 orang.

e. Conveyor

Digunakan untuk memindahkan material pelat dan profil masuk ke dalam mesin maupun untuk perpindahan material dari satu mesin ke mesin produksi yang lain. Conveyor yang direncanakan bertipe *Roller Conveyor*. Peralatan yang dibutuhkan berjumlah 3 set yang digunakan untuk keperluan :

- Pemindahan pelat dan profil ke mesin *plate straightening roller* dan *Shot Blasting Machine*
- Memindahkan material pelat dari mesin *plate straightening roller* menuju mesin *Shot Blasting Machine*
- Memindahkan pelat dan profil dari mesin *Shot Blasting Machine* menuju gudang

2. Bengkel Fabrikasi

Dalam bengkel ini dilakukan beberapa pengerjaan yaitu penandaan (*marking*), pemotongan (*cutting*), serta pembengkokan (*bending*) pelat maupun profil sebelum proses *sub assembly*. Bengkel ini mengerjakan material yang diperuntukan khusus untuk bagian konstruksi lambung FPSO atau FSO, geladak akomodasi, serta konstruksi modul. Bengkel ini direncanakan dengan ukuran bangunan 40 x 40 meter

Fasilitas yang diperlukan adalah :

a. NC Plasma cutting machine 2 torch for plate

Mesin ini digunakan untuk proses pekerjaan penandaan dan pemotongan pelat kapal sesuai dengan pola dan bentuk-bentuk sesuai yang telah digambar. Untuk pemenuhan beban kerja 31,41 ton/hari mesin yang direncanakan adalah sebagai berikut :

Tabel 5.17 Spesifikasi Mesin *NC Plasma Cutting*

Spesifikasi Mesin	
Kecepatan Mesin	3500 mm/menit = 55 menit/2.713 ton
Cutting Torch	2 buah
Tebal Pelat (Max.)	6 - 200 mm
Dimensi Mesin	$p = 6.000 \text{ mm}$ $l = 4000 \text{ mm}$ $Y = 4500 \text{ mm}$

Sedangkan untuk perhitungan jumlah mesin yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

$$N = \frac{T}{60} \frac{P}{D \cdot E}$$

$$N = \frac{20.22 \text{ (menit/Ton)}}{60} \frac{31,41 \text{ (Ton)}}{6 \text{ (jam)} \cdot 0.8}$$

$$N = 2,205$$

Untuk perencanaan mesin *NC Plasma Cutting* yang digunakan berjumlah 1 buah, dikarenakan mesin potong yang direncanakan meliputi beberapa jenis mesin dan tidak semua pelat dipotong dengan mesin ini. Untuk operator mesin berjumlah 1 orang.

b. FPSO Modul Production Line and Piping Spool Fabrication System

Mesin ini digunakan untuk fabrikasi pipa yang digunakan untuk modul pada FPSO. Production line ini termasuk :

- 1 *Automatic pipe cutting*
- 2 *Automatic pipe end beveling*
- 3 *Automatic pipe fitting-up*
- 4 *Automatic pipe welding*
- 5 *Conveyor system*

Pada mesin ini mengerjakan pemotongan pipa, membentuk bevel di ujung pipa, *fitting*, dan *welding* secara otomatis dalam satu *line*. Untuk memenuhi kapasitas beban kerja untuk pipa sebanyak 16,72 ton/hari dibutuhkan 1 set mesin yang sesuai. Sedangkan untuk operator dibutuhkan 4 orang untuk mengoperasikan mesin *production line* tersebut.

c. Blander Manual

Hand tools ini digunakan untuk pemotongan pelat maupun profil secara manual dengan menggunakan gas, maka untuk pemenuhan beban kerja tersebut direncanakan sebagai berikut :

Tabel 5.18 Spesifikasi *Blander*

Spesifikasi Mesin	
Kecepatan Mesin	5 m/menit = 85 menit/2.713 ton
Tebal Pelat (Max)	50 mm
Dimensi Mesin	$p = 44$ inch

Sedangkan untuk perhitungan jumlah mesin yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

$$N = \frac{T}{60} \frac{P}{D \cdot E}$$

$$N = \frac{29.3 \text{ (menit/Ton)}}{60} \frac{31,41 \text{ (Ton)}}{6 \text{ (jam)} \cdot 0.8}$$

$$N = 3.195$$

$$N = 3 \text{ unit}$$

Maka jumlah mesin yang direncanakan 3 unit dengan operator 3 orang, karena mesin potong direncanakan dapat dengan jenis lainnya.

d. *Flame Planner*

Mesin ini digunakan untuk proses pekerjaan pemotongan pelat maupun profil untuk pemotongan lurus. Mesin ini memiliki *torch* lebih dari satu buah sehingga pemotongan dapat dilakukan dalam jumlah banyak.

Tabel 5.19 Spesifikasi *Flame Planner*

Spesifikasi Mesin	
Kecepatan Mesin	0-6000 mm/menit = 10 menit/2.713 ton
Cutting Torch	6 buah
Tebal Pelat (Max.)	200 mm
Dimensi Mesin	$p = 14000$ mm $l = 4000$ mm

Sedangkan untuk perhitungan jumlah mesin yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

$$N = \frac{T}{60} \frac{P}{D \cdot E}$$

$$N = \frac{3.68 \text{ (menit/Ton)}}{60} \frac{31,41 \text{ (Ton)}}{6 \text{ (jam)} \cdot 0.8}$$

$$N = 0.401$$

$$N = 1 \text{ unit}$$

Maka jumlah mesin dibutuhkan 1 unit dengan 1 orang operator mesin.

e. Plate Bending Machine

Mesin ini digunakan untuk proses pekerjaan bending pelat kapal menjadi bentuk lengkungan dengan sudut tertentu sesuai dengan desain. Untuk pemenuhan beban kerja mesin yang direncanakan adalah sebagai berikut :

Tabel 5.20 Spesifikasi Plate Bending Machine

Spesifikasi Mesin	
Kecepatan Mesin	300 mm/second = 70 menit/2.713 ton
Kapasitas	500 Ton
Dimensi Mesin	p = 3250 mm l = 2100 mm h = 7075

Karena mesin ini digunakan hanya untuk pelat, maka beban kerja perharinya adalah 75% beban kerja pelat dan profil atau sama dengan 23,55 ton/hari. Sedangkan untuk perhitungan jumlah mesin yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

$$N = \frac{T}{60} \frac{P}{D \cdot E}$$

$$N = \frac{51.063 \text{ (menit/Ton)}}{60} \frac{23.55 \text{ (Ton)}}{6 \text{ (jam)} \cdot 0.8}$$

$$N = 4.17$$

$$N = 2 \text{ unit}$$

Mesin yang direncanakan berjumlah 2 buah dengan 2 orang operator karena tidak semua pelat yang membutuhkan proses bending dalam proses konversi tanker menjadi FPSO atau FSO.

f. Frame Bending Machine

Mesin ini digunakan untuk proses pekerjaan bending untuk profil agar sesuai dengan bentuk yang direncanakan.

Tabel 5.21 Spesifikasi Frame Bending Machine

Spesifikasi Mesin	
Kecepatan Mesin	20 menit/lonjor profile
Kapasitas	400 Ton

Spesifikasi Mesin	
Dimensi Mesin	$p = 6500 \text{ mm}$
	$l = 4800 \text{ mm}$
	$h = 2900 \text{ mm}$

Karena mesin ini digunakan hanya untuk pelat, maka beban kerja perharinya adalah 25% beban kerja pelat dan profil atau sama dengan 7,85 ton/hari. Sedangkan untuk perhitungan jumlah mesin yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

$$N = \frac{T}{60} \frac{P}{D \cdot E}$$

$$N = \frac{14 (\text{menit/Ton})}{60} \frac{7,85 (\text{Ton})}{6 (\text{jam}) \cdot 0.8}$$

$$N = 0,381$$

$$N = 1 \text{ unit}$$

Maka jumlah mesin yang dibutuhkan adalah 1 unit dengan 1 orang operator.

g. Mesin Las

Mesin las digunakan untuk pembuatan profil yang membutuhkan pengelasan seperti profil T, profil H, dan sebagainya yang tidak terdapat di pasaran hingga dibutuhkan untuk membuat sendiri.

Tabel 5.22 Spesifikasi Mesin Las

Spesifikasi Mesin	
Kecepatan Mesin	1-24 m/menit
Tebal Pelat (Max)	0 – 25 mm
Dimensi Mesin	$p = 710 \text{ mm}$
	$l = 412 \text{ mm}$
	$h = 680 \text{ mm}$

Sedangkan untuk perencanaan jumlah mesin adalah 2 unit dengan 2 welder.

h. Overhead Crane

Digunakan untuk *material handling* mengangkat bahan baku berupa pelat, profil, dan pipa dari area penyimpanan menuju peralatan persiapan seperti dijelaskan diatas, maupun pemindahan bahan baku dari mesin ke mesin. Untuk menunjang beban kerja pelat sebesar 31,41 ton/hari dan pipa sebesar 16,72 ton/hari, maka direncanakan *overhead crane* yang digunakan berkapasitas 10 Ton. Perencanaan peralatan tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 5.23 Spesifikasi *Overhead Crane*

Spesifikasi Mesin	
Kapasitas	10 Ton
Panjang Bentangan Craine (S)	7.5 – 22.5 m
Tinggi Pengangkatan	6, 9, 12, 18 m
Kecepatan Angkat	20 m/menit
Kecepatan Jalan	30 m/menit

Dikarenakan bengkel berukuran 40 m x 40 m, maka dibutuhkan 2 unit overhead crane dengan panjang rentang 22,5 m untuk menjangkau seluruh bagian bengkel fabrikasi. Untuk operator mesin 1 orang per mesin sehingga untuk operator craine di tahapan persiapan direncanakan berjumlah 2 orang.

3. **Bengkel Sub Assembly**

Pada bengkel ini material yang sudah di fabrikasi sebelumnya disusun menjadi blok-blok dengan berat maksimum 15 ton. Direncanakan dengan ukuran bangunan 40 x 40 meter.

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

a. **Jig / Landasan Assembly**

Digunakan sebagai landasan atau dudukan ketika akan merakit atau proses sub – asembly blok ataupun modul. Alat ini direncanakan 2 set, 1 set untuk modul FPSO, dan 1 set untuk blok.

b. **Welding Machine Submerged Arc Welding**

Mesin las ini digunakan untuk menyambungkan pelat dengan pelat dengan *Sumerged Arc Welding*. Adapun spesifikasi dari mesin las tersebut adalah :

Tabel 5.24 Spesifikasi Mesin SAW

Spesifikasi Mesin		
Pekerjaan Las/m	1.2	Menit
Kapasitas Produksi per Hari	23.55	Ton
Jumlah Lembar Pelat (10 mm)	28	Lembar
Waktu Efektif / Hari	288	Menit
Duty Cycle 80 %	230.4	Menit
Waktu Pengerjaan / Lembar	7.2	Menit
Output Mesin	1000	Ampere
Kebutuhan Mesin Las Keseluruhan	1	Mesin

Keterangan :

- Kapasitas produksi pelat dan profil adalah 31.41 ton/hari, sedangkan untuk pelat saja adalah 75% dari 31.41 ton/hari atau sama dengan 23.55 ton/hari

- Dengan berat 23.55 ton merupakan berat dari 28 lembar pelat ukuran 1800mm x 6000mm tebal 10mm
- Waktu aktif per hari adalah 6 jam dengan efisiensi 80% atau sama dengan 288 menit
- *Duty cycle* dari mesin las adalah 80% dari total waktu efektif atau sama dengan 230,4 menit
- Waktu pengerjaan tiap meter adalah 1,2 menit maka untuk pelat panjang 6 meter butuh waktu 7,2 menit
- Kebutuhan mesin adalah waktu *duty cycle* mesin las dibagi dengan waktu pengerjaan 28 lembar pelat.

c. FCAW Welding Machine

Mesin las ini digunakan untuk menyambungkan pelat dan profil serta pipa dengan *Flux Cored Arc Welding*. Adapun spesifikasi dari mesin las tersebut adalah :

Tabel 5.25 Spesifikasi Mesin FCAW

Spesifikasi Mesin		
Pekerjaan Las/m	10	Menit
Kapasitas Produksi per Hari	48.17	Ton
Jumlah Lembar Pelat (10 mm)	57	Lembar
Waktu Efektif / Hari	288	Menit
Duty Cycle 80 %	230.4	Menit
Waktu Pengerjaan / Lembar	60	Menit
Output Mesin	400	Ampere
Kebutuhan Mesin Las Keseluruhan	15	Mesin

Keterangan :

- Kapasitas produksi pelat, profil dan pipa adalah 48,17 ton/hari
- Dengan berat 48,17 ton merupakan berat dari 57 lembar pelat ukuran 1800mm x 6000mm tebal 10mm
- Waktu aktif per hari adalah 6 jam dengan efisiensi 80% atau sama dengan 288 menit
- *Duty cycle* dari mesin las adalah 80% dari total waktu efektif atau sama dengan 230,4 menit
- Waktu pengerjaan tiap meter adalah 10 menit maka untuk pelat panjang 6 meter butuh waktu 60 menit
- Kebutuhan mesin adalah waktu *duty cycle* mesin las dibagi dengan waktu pengerjaan 57 lembar pelat.

d. Overhead crane

Digunakan untuk *material handling* mengangkat bahan baku berupa pelat, profil, dan pipa dari area penyimpanan menuju peralatan persiapan seperti dijelaskan diatas, maupun pemindahan bahan baku dari mesin ke mesin. Untuk menunjang beban kerja pelat sebesar 31,41 ton/hari dan pipa sebesar 16,72 ton/hari, maka direncanakan *overhead crane* yang digunakan berkapasitas 15 Ton. Perencanaan peralatan tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 5.26 Spesifikasi *Overhead Crane*

Spesifikasi Mesin	
Kapasitas	15 Ton
Panjang Bentangan Craine (S)	7.5 – 22.5 m
Tinggi Pengangkatan	6, 9, 12, 18 m
Kecepatan Angkat	20 m/menit
Kecepatan Jalan	30 m/menit

Dikarenakan bengkel berukuran 40 m x 40 m, maka dibutuhkan 2 unit overhead crane dengan panjang rentang 22,5 m untuk menjangkau seluruh bagian bengkel fabrikasi. Untuk operator mesin 1 orang per mesin sehingga untuk operator craine di tahapan persipan direncanakan berjumlah 2 orang.

4. Bengkel Assembly

Pada bengkel ini dilakukan proses penyambungan section-section yang telah terbentuk pada saat proses sub assembly. Direncanakan dengan ukuran bangunan 40 x 40 meter. Berikut ini adalah fasilitas yang diperlukan secara rinci :

a. Jig / Landasan Assembly

Digunakan sebagai landasan atau dudukan ketika akan merakit atau proses sub – aseembly blok ataupun modul. Alat ini direncanakan 2 set, 1 set untuk modul FPSO, dan 1 set untuk blok.

b. Rigger

c. Welding Machine Submerged Arc Welding

Mesin las ini digunakan untuk menyambungkan pelat dengan pelat dengan *Sumerged Arc Welding*. Adapun spesifikasi dari mesin las tersebut adalah :

Tabel 5.27 Spesifikasi Mesin SAW

Spesifikasi Mesin		
Pekerjaan Las/m	1.2	Menit
Kapasitas Produksi per Hari	23.55	Ton
Jumlah Lembar Pelat (10 mm)	28	Lembar

Spesifikasi Mesin		
Waktu Efektif / Hari	288	Menit
Duty Cycle 80 %	230.4	Menit
Waktu Pengerjaan / Lembar	7.2	Menit
Output Mesin	1000	Ampere
Kebutuhan Mesin Las Keseluruhan	1	Mesin

Keterangan :

- Kapasitas produksi pelat dan profil adalah 31.41 ton/hari, sedangkan untuk pelat saja adalah 75% dari 31.41 ton/hari atau sama dengan 23.55 ton/hari
- Dengan berat 23.55 ton merupakan berat dari 28 lembar pelat ukuran 1800mm x 6000mm tebal 10mm
- Waktu aktif per hari adalah 6 jam dengan efisiensi 80% atau sama dengan 288 menit
- *Duty cycle* dari mesin las adalah 80% dari total waktu efektif atau sama dengan 230,4 menit
- Waktu pengerjaan tiap meter adalah 1,2 menit maka untuk pelat panjang 6 meter butuh waktu 7,2 menit
- Kebutuhan mesin adalah waktu *duty cycle* mesin las dibagi dengan waktu pengerjaan 28 lembar pelat.

d. FCAW Welding Machine

Mesin las ini digunakan untuk menyambungkan pelat dan profil serta pipa dengan *Flux Cored Arc Welding*. Adapun spesifikasi dari mesin las tersebut adalah :

Tabel 5.28 Spesifikasi Mesin FCAW

Spesifikasi Mesin		
Pekerjaan Las/m	10	Menit
Kapasitas Produksi per Hari	48.17	Ton
Jumlah Lembar Pelat (10 mm)	57	Lembar
Waktu Efektif / Hari	288	Menit
Duty Cycle 80 %	230.4	Menit
Waktu Pengerjaan / Lembar	60	Menit
Output Mesin	400	Ampere
Kebutuhan Mesin Las Keseluruhan	15	Mesin

Keterangan :

- Kapasitas produksi pelat, profil dan pipa adalah 48,17 ton/hari
- Dengan berat 48,17 ton merupakan berat dari 57 lembar pelat ukuran 1800mm x 6000mm tebal 10mm

- Waktu aktif per hari adalah 6 jam dengan efisiensi 80% atau sama dengan 288 menit
- *Duty cycle* dari mesin las adalah 80% dari total waktu efektif atau sama dengan 230,4 menit
- Waktu pengerjaan tiap meter adalah 10 menit maka untuk pelat panjang 6 meter butuh waktu 60 menit
- Kebutuhan mesin adalah waktu *duty cycle* mesin las dibagi dengan waktu pengerjaan 57 lembar pelat.

e. Overhead crane

Digunakan untuk *material handling* mengangkat bahan baku berupa pelat, profil, dan pipa dari area penyimpanan menuju peralatan persiapan seperti dijelaskan diatas, maupun pemindahan bahan baku dari mesin ke mesin. Untuk menunjang beban kerja pelat sebesar 31,41 ton/hari dan pipa sebesar 16,72 ton/hari, maka direncanakan *overhead crane* yang digunakan berkapasitas 20 Ton. Perencanaan peralatan tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 5.29 Spesifikasi *Overhead Crane*

Spesifikasi Mesin	
Kapasitas	20 Ton
Panjang Bentangan Crane (S)	7.5 – 22.5 m
Tinggi Pengangkatan	6, 9, 12, 18 m
Kecepatan Angkat	20 m/menit
Kecepatan Jalan	30 m/menit

Dikarenakan bengkel berukuran 40 m x 40 m, maka dibutuhkan 2 unit overhead crane dengan panjang rentang 22,5 m untuk menjangkau seluruh bagian bengkel fabrikasi. Untuk operator mesin 1 orang per mesin sehingga untuk operator crane di tahapan persiapan direncanakan berjumlah 2 orang.

5. Bengkel Blok Blasting dan Bengkel Cat

Pada bengkel ini dilakukan penembakan blok-blok dengan pasir besi, pembersihan dan pengecatan blok-blok lambung kapal dan perelengkapan kapal.

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

- a. *Blasting area*, mesin-mesin yang ada adalah :
 - *Blasting machine*
 - *Dust collector*

- b. *Cleaning area*
- c. *Grit collecting & cleaning system*
- d. *Painting area*, mesin-mesin yang ada adalah :
 - *Painting machine*
 - 4 unit *Dehumidifier for Painting & Cleaning*
- e. *Air compressor & air dryer*

9. Bengkel Pipa

Bengkel ini bertugas untuk mengerjakan material – material yang berupa pipa. Bengkel ini melakukan 2 macam pengerjaan yaitu fabrikasi dan *installing*. Pengerjaan di bengkel ini dilakukan berdasarkan pada *Cut Length List* yang telah disetujui oleh QC. *Cut Length List* tersebut memuat tentang :

- *Marking dan cutting*
- *Welding*
- *Bending* bila diperlukan bentuk lengkung
- Netral, tanpa *flange* atau sambungan.

Untuk pengerjaan material yang ada yaitu pipa, setiap sebelum dan sesudah proses selalu dilakukan *stamping* yang berguna sebagai *marking* dari material tersebut. *Stamping* itu sendiri memuat: nomor kapal, nomor seri kapal, dan nomor gambar yang telah disetujui oleh QC.

10. Bengkel Kayu (*Carpenter Shop*)

Bengkel kayu bertugas dalam pembuatan semua produk dari kayu seperti kayu, dinding partisi, *shelves*, *ship rigging* dan bertanggung jawab dalam instalasi semua produk tersebut di kapal. Sedangkan fasilitas yang diperlukan adalah :

- sewing machine
- Double Head Grinder
- Wood Drilling Machine
- wood turning lathe
- router machine
- hand feed planer
- circular saw with slide table
- straight line up saw
- Small tools

11. *Building Dock*

Fasilitas ini digunakan untuk membangun kapal, dimana blok-blok yang telah dibangun dari bengkel *assembly* dan *grand assembly* disusun menjadi sebuah kapal di *Building dock* ini. Spesifikasi pada *Building dock* ini adalah sebagai berikut:

a. Bangunan :

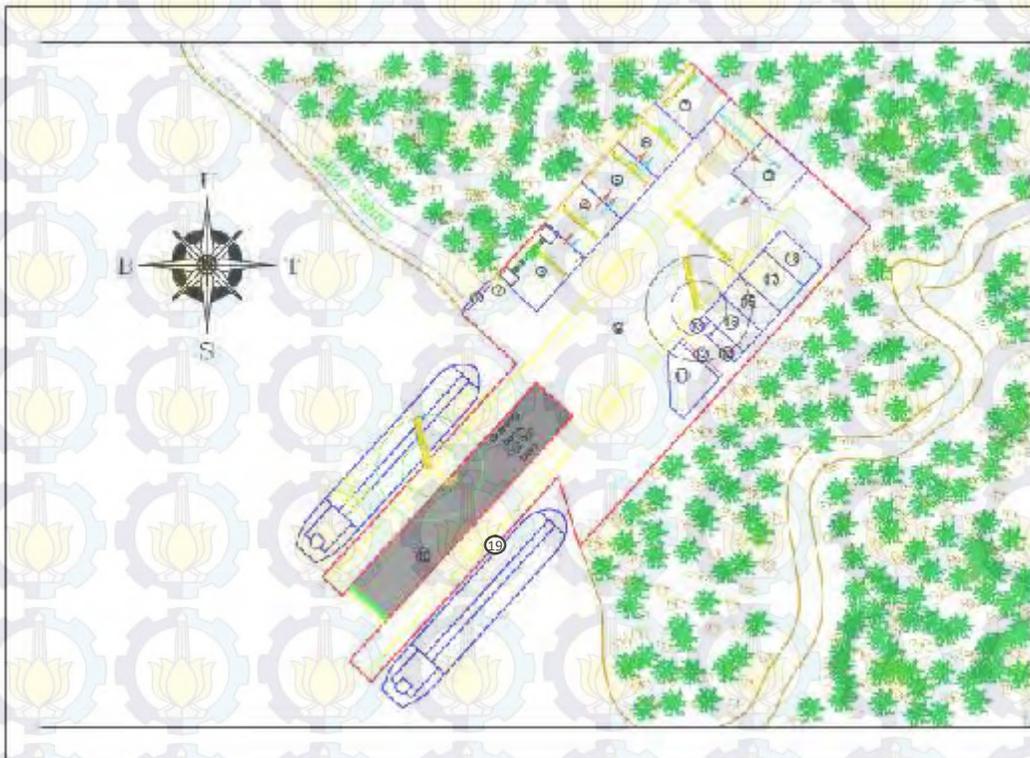
- *Building berth* dengan ukuran 300m x 55m
- *Pre-erection* dengan ukuran 100m x 55m
- *Erection* dengan ukuran 200m x 55m

Sedangkan fasilitas yang diperlukan adalah :

- a. 1 unit *Goliath crane* dengan kapasitas 500 ton dan dengan ketinggian maksimum 80 m. *Goliath* ini sangat diperlukan untuk membantu proses instalasi modul *topside deck* pada FPSO.
- b. 1 unit LLC I dengan kapasitas 40 ton dan dengan tinggi maksimum 24 m
- c. 1 unit LLC II dengan kapasitas 20 ton dan dengan tinggi maksimum 40 m
- d. 1 unit LLC III dengan kapasitas 20 ton dan dengan tinggi maksimum 40 m
- e. 3 units *Main pump station* dengan kapasitas pompa 7.200 m³ / jam

5.4.4 Perencanaan Tata Letak Galangan

Berdasarkan dimensi kapal dan luas area yang akan digunakan sebagai galangan kapal khusus konversi kapal tanker menjadi FPSO maupun FSO, maka dapat direncanakan tata letak galangan yang optimal dan efisien. Dengan pertimbangan batas – batas yang terlihat pada gambar 5.7 sebelumnya, maka perencanaan tata letak galangan kapal dapat dilaksanakan dengan plotting pada lokasi tersebut. Berikut ini adalah gambar detail tata letak galangan kapal yang telah direncanakan :



Gambar 5.8 Layout Galangan Kapal

Keterangan :

1. Entrance Gate
2. Security Pos
3. Stock Steel House
4. Fabrication Shop
5. Sub-Assembly Shop
6. Assembly Shop
7. Grand Assembly Indoor
8. Blasting & Painting Shop
9. Grand Assembly Outdoor
10. Graving Dock 180.000 DWT
11. Main Office & Central Locker
12. Central Parking Area
13. Musholla
14. Canteen

- 15. Palletizing Shop
- 16. Carpenter Shop
- 17. Piping Shop
- 18. Machinery Shop
- 19. Tanker 180.000 DWT

5.5 Perencanaan Faktor Produksi

5.5.1 Struktur Organisasi

Dengan memperhatikan kebutuhan tahapan konversi kapal tanker, maka diperlukan susunan organisasi dan manajemen yang dapat mengelola kebutuhan tersebut. Struktur organisasi galangan kapal adalah sebagai berikut:

- **Departemen Desain & Teknologi**

Yaitu suatu departemen yang bertugas dalam pengembangan teknologi dan menjaga kerahasiaan desain sebagai sumber kepercayaan dari konsumen, departemen ini juga membawahi 1 divisi yang akan dibangun guna menunjang program penelitian yaitu divisi riset & teknologi.

- **Departemen Produksi**

Yaitu suatu departemen yang bertanggung jawab langsung atas pelaksanaan proses produksi yang meliputi : bagian lambung / konstruksi, bagian *out-fitting* (pipa, listrik, kayu, dan permesinan), bagian *yard service* (fasilitas penunjang produksi seperti *crane*, listrik gas, air bersih dll).

- **Departemen Administrasi dan Keuangan**

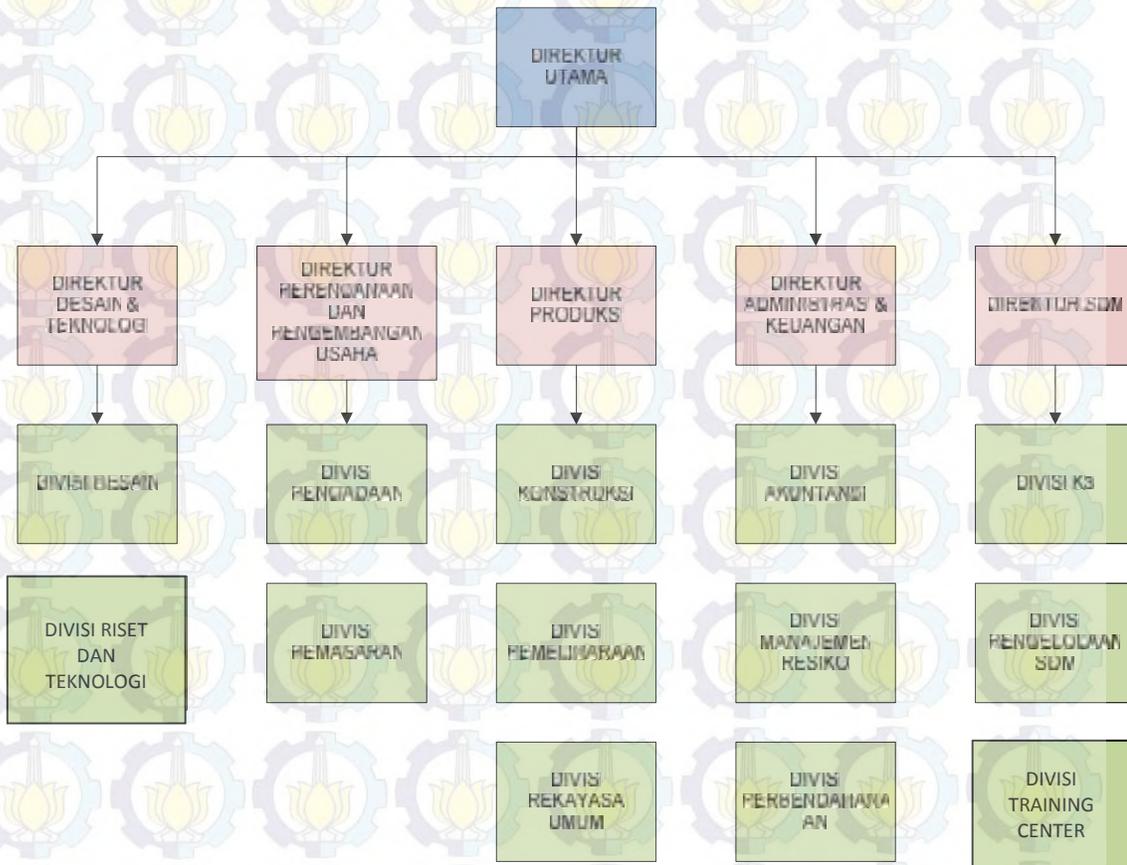
Yaitu departemen yang bertanggung jawab atas penyusunan budget perusahaan administrasi proyek, pengendalian keuangan, administrasi kepegawaian, dan administrasi pergudangan. Departemen ini juga bertanggung jawab atas kelancaran usaha galangan kapal secara keseluruhan.

- **Departemen Perencanaan & Pengembangan Usaha**

Yaitu departemen yang bertanggung jawab atas terjalinnya hubungan kerja dengan pihak konsumen, menyusun estimasi biaya pembangunan, menyusun persiapan tender, dan menyelesaikan sernua dokumen proyek yang diperlukan. Departemen ini juga bertanggung jawab atas setiap kegiatan pengadaan / pembelian peralatan atau material yang dibutuhkan oleh galangan kapal maupun untuk pembangunan kapal.

- **Departemen Sumber Daya Manusia**

Yaitu suatu departemen yang bertugas dalam pembinaan organisasi dan sumber daya manusia, departemen ini juga menangani permasalahan yang menyangkut tentang keselamatan pekerja (K3), dan juga kemitraan dengan perusahaan lain. Departemen ini membawahi 1 divisi baru yang akan dibangun khusus dalam industri kapal perang yaitu divisi *training centre*, guna pematapan SDM sebelum memasuki dunia kerja dan pematapan jenjang karir.



Gambar 5.9 Rencana Struktur Organisasi

5.5.2 Perencanaan Sumber Daya Manusia

Setelah melakukan analisa pada pembangunan fasilitas *docking* dan fasilitas pendukung, maka dapat ditentukan jumlah pekerja yang akan direncanakan dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

- Jam kerja yang di rencanakan untuk industri yang akan dibangun adalah 8 jam per hari, 5 hari per minggu, dan 50 minggu per tahun.

- Tenaga kerja tak langsung atau tenaga kerja yang tidak terjun langsung ke lapangan dalam hal proses konversi seperti direksi dan pihak manajemen galangan diasumsikan sebagai berikut :

Tabel 5.30 Perencanaan Tenaga Kerja Tak Langsung

No	Tenaga Kerja	Jumlah (Orang)
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Desain dan Teknologi	1
3	Divisi Desain	2
4	Divisi Riset dan Teknologi	2
5	Direktur Perencanaan dan Pengembangan Usaha	1
6	Divisi Pengadaan	2
7	Divisi Pemasaran	2
8	Direktur Produksi	1
9	Divisi Konstruksi	2
10	Divisi Pemeliharaan	2
11	Divisi Rekayasa Umum	2
12	Direktur Administrasi dan Keuangan	1
13	Divisi Akuntansi	2
14	Divisi Manajemen Resiko	2
15	Divisi Pembendaharaan	2
16	Direktur SDM	1
17	Divisi K3	2
18	Divisi Pengelolaan SDM	2
19	Divisi Training Center	2
Jumlah		32

- Tenaga kerja langsung atau tenaga kerja yang terjun langsung ke lapangan dalam hal proses konversi seperti *welder* dan operator alat galangan diasumsikan sebagai berikut:

Tabel 5.31 Perencanaan Tenaga Kerja Langsung

No	Tenaga Kerja	Jumlah (Orang)
1	Gudang Penyimpanan	5
2	Bengkel Fabrikasi	8
3	Bengkel Sub- Assembly	20
4	Bengkel Assembly	20
5	Bengkel Grand Assembly	20
6	Grand Assembly Outdoor	10
7	Bengkel Blasting dan Cat	5
8	Bengkel Outfitting	30
9	Graving Dock	5
10	Jetty	5
Jumlah		128

BAB 6

ASPEK EKONOMIS PERENCANAAN GALANGAN

6.1 Analisa Nilai Investasi

Berdasarkan analisa perencanaan fasilitas dan tata letak galangan yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka dapat dilakukan perhitungan estimasi nilai investasi yang diperlukan untuk membangun galangan kapal khusus konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO. Estimasi nilai investasi tersebut antara lain :

- a. Estimasi nilai investasi untuk tanah dan bangunan,
- b. Estimasi nilai investasi untuk fasilitas penunjang,
- c. Estimasi nilai investasi untuk pekerjaan persiapan dan instalasi,
- d. Estimasi pengeluaran gaji tenaga kerja.

Berikut ini adalah uraian dari estimasi nilai investasi tersebut di atas :

6.1.1 Estimasi Nilai Investasi untuk Tanah dan Bangunan

Uraian investasi dan besarnya nilai investasi untuk tanah dan bangunan dapat dilihat pada tabel 6.1 dibawah ini :

Tabel 6.1 Estimasi Investasi Tanah dan Bangunan

Biaya Tanah

No	Uraian	Dimensi			Harga Satuan		Total Investasi (Rp)
		Panjang (m)	Lebar (m)	Satuan	Harga (Rp)	Satuan	
1	Tanah + Land Clearing	377	271	m ²	1.000.000,00	Rp/m ²	102.167.000.000,00
TOTAL I							102.167.000.000,00

Biaya Modal Tanah, Pematangan Lahan dan Reklamasi

No	Uraian	Dimensi			Harga Satuan		Total Investasi (Rp)
		Panjang (m)	Lebar (m)	Satuan	Harga (Rp)	Satuan	
1	Biaya Cut and Fill	377	271	m ²	500.000,00	Rp/m ²	51.083.500.000,00
TOTAL II							51.083.500.000,00

Biaya Bangunan Galangan Kapal

No	Uraian	Dimensi			Harga Satuan		Total Investasi (Rp)
		Panjang (m)	Lebar (m)	Satuan	Harga (Rp)	Satuan	
1	Area Parkir	40	30	m ²	100.000,00	Rp/m ²	120.000.000,00
2	Security Guard	15	10	m ²	500.000,00	Rp/m ²	75.000.000,00
3	Kantor Pusat dan Engineering (3 lantai)	40	60	m ²	1.800.000,00	Rp/m ²	4.320.000.000,00
4	Steel Stock Yard	50	40	m ²	1.500.000,00	Rp/m ²	3.000.000.000,00
5	Bengkel Fabrikasi	40	40	m ²	1.500.000,00	Rp/m ²	2.400.000.000,00
6	Bengkel Sub Assembly	40	40	m ²	1.500.000,00	Rp/m ²	2.400.000.000,00
7	Bengkel Assembly	40	40	m ²	1.500.000,00	Rp/m ²	2.400.000.000,00
9	Grand Assembly Outdoor	40.000,00		m ²	200.000,00	Rp/m ²	8.000.000.000,00
10	Bengkel Block Blasting	40,00	40,00	m ²	1.500.000,00	Rp/m ²	2.400.000.000,00
11	Bengkel Pipa	40,00	40,00	m ²	1.500.000,00	Rp/m ²	2.400.000.000,00
12	Bengkel Kayu	40,00	30,00	m ²	1.500.000,00	Rp/m ²	1.800.000.000,00
13	Bengkel Palet	40,00	30,00	m ²	1.500.000,00	Rp/m ²	1.800.000.000,00
14	Jetty / Dermaga	300,00	20,00	m ²	18.000.000,00	Rp/m ²	108.000.000.000,00
TOTAL III							139.115.000.000,00

Biaya Pembebasan Tanah, Pematangan Lahan dan Pekerjaan Bangunan / Fasilitas

No	Uraian	Dimensi			Harga Satuan		Total Investasi (Rp)
		Panjang (m)	Lebar (m)	Satuan	Harga (Rp)	Satuan	
1	Graving Dock	300,00	55,00	unit	18.000.000,00	Rp/m ²	297.000.000.000,00
TOTAL IV							297.000.000.000,00
TOTAL I+II+III+IV							589.365.500.000,00

Dari tabel 6.1 tersebut dapat diketahui bahwa harga pembebasan tanah dan land clearing sebesar Rp. 102.167.000.000 dan biaya perataan dan pemadatan tanah (*cut and fill*) Rp. 51.083.500.000. Hal tersebut dikarenakan area galangan kapal berupa daratan yang tidak rata, maka perlu dilakukan perataan dan pemadatan tanah. Untuk pembangunan graving dock dengan kapasitas 180.000 DWT membutuhkan investasi Rp. 297 milyar. Sedangkan untuk bangunan membutuhkan investasi Rp. 139.115.000.000. Dengan demikian estimasi dana investasi yang diperlukan untuk tanah dan bangunan adalah sebesar Rp. 589.365.500.000.

6.1.2 Estimasi Nilai Investasi untuk Fasilitas Penunjang

Untuk estimasi nilai investasi untuk peralatan fasilitas penunjang konversi tanker menjadi FPSO dan FSO adalah sebesar Rp. 87.895.128.546. Rincian estimasi tersebut terdapat pada lampiran. Pada tabel 6.2 berikut ini merupakan estimasi nilai investasi total untuk fasilitas penunjang pada tiap bengkel :

Tabel 6.2 Estimasi Nilai Investasi Fasilitas Penunjang

No	Uraian	Total investment (Rp)
1	Gudang	5.854.371.840,00
2	Bengkel Fabrikasi	15.528.568.900,00
3	Bengkel Sub Assembly	2.370.125.000,00
4	Bengkel Assembly	8.730.725.000,00
5	Bengkel Blasting	883.883.920,00
6	Bengkel Cat	434.800.000,00
7	Bengkel Out Fitting	1.909.029.886,00
8	Jetty	9.601.536.000,00
9	Graving Dock	26.200.744.000,00
10	Grand Assembly Outdoor Area	16.381.344.000,00
TOTAL		87.895.128.546,00

6.1.3 Estimasi Nilai Investasi untuk Pekerjaan Persiapan dan Instalasi

Estimasi nilai investasi untuk pekerjaan persiapan, seperti pengadaan pembangkit tenaga listrik, biaya perijinan, biaya perencanaan, dan pengawasan, biaya BBHTB, HPL selama 30 tahun, dan sebagainya memiliki total nilai investasi sebesar Rp. 19.025.762.800. Tabel 6.3 berikut ini adalah perincian dari estimasi nilai investasi untuk persiapan :

Tabel 6.3 Estimasi Investasi Tahap Persiapan

No	Item	Vol	Unit	Harga / Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Generator Listrik (100 KVA)	4	unit	200.000.000	800.000.000,00
2	Generator Listrik (80 KVA)	2	unit	150.000.000	300.000.000,00
3	Generator Listrik (60 KVA)	2	unit	117.881.400	235.762.800,00
4	Biaya Perijinan	1	paket	500.000.000	500.000.000,00
5	Biaya Perencanaan	1	paket	600.000.000	600.000.000,00
6	Biaya Pengawasan	1	paket	500.000.000	500.000.000,00
7	Biaya Amdal	1	paket	350.000.000	350.000.000,00
8	Office Supply	1	paket	700.000.000	700.000.000,00
9	Biaya BBHTB (Balik Nama)	1	paket	1.600.000.000	1.600.000.000,00
10	Instalasi air bersih	16	M3	50.000.000	800.000.000,00
11	HPL	1	paket	12.000.000.000	12.000.000.000,00
12	IPAL	16	M3	40.000.000	640.000.000,00
TOTAL					19.025.762.800,00

6.1.4 Estimasi Pengeluaran Gaji Tenaga Kerja

Pada saat galangan baru mulai beroperasi, gaji tenaga kerja juga termasuk menjadi investasi awal. Sesuai dengan perencanaan faktor produksi dan perencanaan sumber daya manusia, maka dapat diasumsikan gaji tiap tenaga kerja. Pada tabel 6.4 berikut ini merupakan estimasi pengeluaran untuk gaji tenaga kerja tak langsung tiap bulannya.

Tabel 6.4 Estimasi Pengeluaran Gaji Tenaga Kerja Tak Langsung

No	Tenaga Kerja	Jumlah (Orang)	Gaji (Rp)	Total Gaji / Bulan (Rp)
1	Direktur Utama	1	10.000.000	10.000.000
2	Direktur Desain dan Teknologi	1	5.000.000	5.000.000
3	Divisi Desain	2	3.000.000	6.000.000
4	Divisi Riset dan Teknologi	2	3.000.000	6.000.000
5	Direktur Perencanaan dan Pengembangan Usaha	1	5.000.000	5.000.000
6	Divisi Pengadaan	2	3.000.000	6.000.000
7	Divisi Pemasaran	2	3.000.000	6.000.000
8	Direktur Produksi	1	5.000.000	5.000.000
9	Divisi Konstruksi	2	3.000.000	6.000.000
10	Divisi Pemeliharaan	2	3.000.000	6.000.000
11	Divisi Rekayasa Umum	2	3.000.000	6.000.000
12	Direktur Administrasi dan Keuangan	1	5.000.000	5.000.000
13	Divisi Akuntansi	2	3.000.000	6.000.000
14	Divisi Manajemen Resiko	2	3.000.000	6.000.000
15	Divisi Pembendaharaan	2	3.000.000	6.000.000
16	Direktur SDM	1	5.000.000	5.000.000
17	Divisi K3	2	3.000.000	6.000.000
18	Divisi Pengelolaan SDM	2	3.000.000	6.000.000
19	Divisi Training Center	2	3.000.000	6.000.000
Jumlah		32		113.000.000

Pada tabel 6.5 berikut ini merupakan estimasi pengeluaran untuk gaji tenaga kerja langsung tiap bulannya.

Tabel 6.5 Estimasi Pengeluaran Gaji Tenaga Kerja Langsung

No	Tenaga Kerja	Jumlah (Orang)	Gaji (Rp)	Total Gaji / Bulan (Rp)
1	Gudang Penyimpanan	5	2.000.000	10.000.000
2	Bengkel Fabrikasi	8	2.000.000	16.000.000
3	Bengkel Sub-Assembly	20	2.000.000	40.000.000
4	Bengkel Assembly	20	2.000.000	40.000.000
5	Bengkel Grand Assembly	20	2.000.000	40.000.000
6	Grand Assembly Outdoor	10	2.000.000	20.000.000
7	Bengkel Blasting dan Cat	5	2.000.000	10.000.000
8	Bengkel Outfitting	30	2.000.000	60.000.000
9	Graving Dock	5	2.000.000	10.000.000
10	Jetty	5	2.000.000	10.000.000
Jumlah		128		256.000.000

Setelah didapatkan total gaji tiap bulan, maka dapat dilakukan estimasi total pengeluaran untuk gaji selama 1 tahun. Pada tabel 6.6 berikut ini merupakan estimasi pengeluaran untuk total gaji semua tenaga kerja tiap tahun.

Tabel 6.6 Estimasi Total Pengeluaran Gaji per Tahun

No	Tenaga Kerja	Total Gaji / Bulan (Rp)	Total Gaji / Tahun (Rp)
1	Tenaga Kerja Tak Langsung	113.000.000	1.356.000.000
2	Tenaga Kerja Langsung	256.000.000	3.072.000.000
Jumlah		369.000.000	4.428.000.000

6.1.5 Estimasi Nilai Investasi Total

Estimasi nilai investasi untuk pembangunan galangan kapal total sekitar lebih kurang Rp. 700 Milyar, dengan perincian sebagai berikut:

Tabel 6.7 Investasi Total

No	Item	Total Investasi (Rp)	%
1	Persiapan	19.025.762.800,00	2,72%
2	Pematangan & Reklamasi Lahan	51.083.500.000,00	7,29%
3	Graving Dock (Cap. 180.000 DWT)	297.000.000.000,00	42,39%
4	Bangunan	139.115.000.000,00	19,85%
5	Fasilitas Penunjang	87.895.128.546,00	12,54%
6	Pengeluaran Gaji	4.428.000.000,00	0,63%
Biaya Investasi		598.547.391.346,00	
1	Tanah	102.167.000.000,00	14,58%
Total Kebutuhan Biaya Investasi		700.714.391.346,00	100%

6.2 Analisa Pendapatan Galangan Kapal

Dengan berdasar pada potensi pasar pada bangunan baru maupun reparasi, khususnya karena adanya Inpres No. 5 Tahun 2005 tentang asas cabotage (yang menetapkan penggunaan kapal- kapal berbendera Indonesia untuk melayani angkutan domestik) dan undang – undang no. 17 tahun 2008 tentang pelayaran, sehingga sangat terbuka pengadaan kapal-kapal baru pengganti kapal-kapal asing yang selama ini melayari perairan indonesia. Serta diperkuat dengan Peraturan Presiden Republik Indonesia No.28 Tahun 2008 dimana Perpres tersebut memiliki target jangka panjang tahun 2014 – 2025 untuk industri galangan kapal dapat

meningkatkan kemampuannya dalam membangun berbagai jenis kapal dengan spesifikasi khusus termasuk FPSO dan FSO.

Dengan pertimbangan tersebut diatas, dan memperhatikan pembahasan tentang rancangan tata-letak dan fasilitas galangan kapal pada pembahasan di bab sebelumnya, maka ditetapkan asumsi sebagai berikut:

1. Graving Dock yang dibangun berukuran panjang 300 m dan lebar 55 m serta fasilitas penunjang yaitu berupa jetty dengan panjang 300 m x 30m. Kapal tanker yang dapat dikonversi sampai dengan kapasitas 180.000 DWT.
2. Estimasi jumlah kapal yang dapat dikonversi pada kapasitas penuh galangan kapal yaitu : 1 kapal tanker yang dikonversi menjadi FPSO dengan asumsi lama pengerjaan 9 bulan di graving dock dan 9 bulan pada kondisi bersandar pada jetty galangan (*floating*) dan 1 kapal tanker yang dikonversi menjadi FSO dengan asumsi lama pengerjaan 3 bulan di graving dock dan 6 bulan pada kondisi bersandar pada jetty galangan (*floating*). Maka kapasitas maksimum yang dicapai per tahun adalah 2 proyek konversi seperti skenario penggunaan fasilitas yang digambarkan pada table 6.8 berikut :

Tabel 6.8 Diagram Penggunaan Fasilitas Galangan Kapal

Fasilitas	Tahun ke - 1												Tahun Ke - 2												Tahun Ke - 3											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jetty 1	FSO 1						FSO 2						FSO 2																							
Jetty 2	FPSO 1						FPSO 2						FPSO 2																							
Graving Dock	FSO 1						FPSO 1			FSO 2			FPSO 2																							

Galangan Kapasitas Penuh

3. Nilai proyek konversi kapal diestimasikan sebesar Rp. 250.000.000.000,- untuk proyek konversi kapal tanker menjadi FPSO dan Rp. 125.000.000.000,- untuk proyek konversi kapal tanker menjadi FSO, asumsi ini diambil berdasarkan nilai proyek yang pernah dilakukan sebelumnya dengan asumsi tingkat keuntungan galangan kapal untuk reparasi sebesar 30 % pada tiap jenis proyek.
4. Hasil perhitungan pendapatan dan keuntungan galangan kapal pada graving dock dari pekerjaan konversi kapal menjadi FPSO atau FSO dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut:

Tabel 6.9 Estimasi Pendapatan Proyek Konversi Tanker Menjadi FPSO

Tahun	Rencana Target Proyek	Utilitas	Total Proyek / Tahun (Realistis)	Nilai Proyek / Kapal (Rp)	Nilai Proyek Total (Rp)	Tingkat Keuntungan (30%) (Rp)
0	-	-	-	-	-	-
1	1	30%	0,3	250.000.000.000	75.000.000.000,00	22.500.000.000,00
2	1	70%	0,7	250.000.000.000	175.000.000.000,00	52.500.000.000,00
3	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
4	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
5	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
6	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
7	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
8	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
9	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
10	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
11	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
12	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
13	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
14	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
15	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
16	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
17	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
18	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
19	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
20	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00

Tabel 6.10 Estimasi Pendapatan Proyek Konversi Tanker Menjadi FSO

Tahun	Rencana Target Proyek	Utilitas	Total Proyek / Tahun (Realistis)	Nilai Proyek / Kapal (Rp)	Nilai Proyek Total (Rp)	Tingkat Keuntungan (30%) (Rp)
0	-	-	-	-	-	-
1	1	30%	0,3	125.000.000.000	37.500.000.000,00	11.250.000.000,00
2	1	70%	0,7	125.000.000.000	87.500.000.000,00	26.250.000.000,00
3	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
4	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
5	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
6	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
7	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
8	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
9	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
10	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
11	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
12	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
13	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
14	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
15	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
16	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
17	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
18	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
19	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
20	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00

5. Dari Tabel tersebut diatas dapat disimpulkan, bahwa dengan fasilitas graving dock memiliki ukuran 300 m x 55 m dan 2 jetty ukuran 300 m x 20 m Jumlah kapal yang bisa masuk yaitu 2 kapal. Pada tahun ke 0 dan tahun ke-1 diasumsikan galangan kapal belum dapat melakukan aktifitas konversi kapal.

Tabel 6.11 Total Pendapatan Galangan Kapal

Tahun	Konversi Tanker to FPSO			Konversi Tanker to FSO			Total Pendapatan		
	Nilai Proyek	Tingkat Keuntungan	% Keuntungan	Nilai Proyek	Tingkat Keuntungan	% Keuntungan	Nilai Proyek Total	Tingkat Keuntungan Total	% Keuntungan
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	75.000.000,00	22.500.000,00	30,00%	37.500.000,00	11.250.000,00	30,00%	112.500.000,00	33.750.000,00	30%
2	175.000.000,00	52.500.000,00	30,00%	87.500.000,00	26.250.000,00	30,00%	262.500.000,00	78.750.000,00	30%
3	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
4	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
5	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
6	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
7	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
8	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
9	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
10	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
11	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
12	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
13	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
14	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
15	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
16	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
17	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
18	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
19	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
20	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%

6. Nilai proyek konversi kapal tanker menjadi FPSO dan FSO dengan kapasitas 180.000 DWT yang didapat adalah Rp. 112.500.000.000 (tahun ke-1), Rp. 262.500.000.000 (tahun ke-2), Rp. 375.000.000.000 (tahun ke-3), dan selanjutnya dengan kapasitas maksimum.

7. Sedangkan keuntungan 30% dari nilai proyek konversi pada estimasi diatas yang diperoleh perusahaan adalah sebesar Rp. 33.750.000.000 (tahun ke-1), Rp. 78.750.000.000 (tahun ke -2), Rp. 112.500.000.000 (tahun ke-3), dan selanjutnya bila kapastitas maksimum terpenuhi.

6.3 Perhitungan *Net Present Value* (NPV)

Dengan memperhatikan estimasi pendapatan, keuntungan, dan rencana investasi maka dapat disusun perhitungan *Payback Period* (PP) dengan berdasar pada beberapa asumsi:

1. Dengan tetap memperhatikan fluktuasi harga BBM dunia mencapai USD 110 per barel dan peingkatan harga kebutuhan pokok nasional, maka tingkat Inflasi pada tahun 2014 diperkirakan mencapai 5.5 % dan adanya kenaikan tarif dasar listrik sebesar 10%.

2. Dengan kondisi tersebut, maka diperkirakan penetapan tingkat suku bunga pinjaman adalah suku bunga komersial pada Bank Pemerintah / Swasta dalam Rupiah sebesar 8 % / tahun dan suku bunga deposito senilai 8 %.
3. Harga-harga yang ditetapkan dalam perhitungan ini adalah harga pada bulan Juni 2014, dengan tetap memperhatikan kemungkinan eskalasi harga dan tingkat kemahalan untuk daerah Lampung dibanding dengan kota-kota besar di pulau Jawa, khususnya untuk pengadaan material / bangunan sipil (misal: harga semen, besi beton dll).
4. Harga peralatan produksi (yang baru) diperoleh dari internet merupakan harga FOB, sehingga beberapa perlu dikoreksi dengan kebutuhan biaya transportasi, inland-handling dan asuransi.
5. Harga peralatan produksi sangat bervariasi dan bergantung pada spesifikasi dan merk peralatan dan hasil negosiasi dengan pihak penyedia / pemilik peralatan tersebut.
6. Harga peralatan produksi yang belum tercantum dalam daftar investasi peralatan, hal tersebut dikarenakan tidak ditemukan pada saat pencarian data sekunder.
7. Beberapa kebutuhan lain masih merupakan estimasi awal, seperti: biaya perijinan, perencanaan, pengawasan, pemasangan instalasi, pematangan lahan dan reklamasi.
8. Jangka waktu investasi diperkirakan selama 20 (dua puluh) tahun dengan pertimbangan bahwa penyediaan investasi dan potensi pasar dapat berkembang sesuai kebutuhan.

Dengan memperhatikan asumsi tersebut diatas, maka telah disusun perhitungan *Net Present Value* berdasarkan estimasi pendapatan dan keuntungan dan rencana investasi dengan rincian pada Tabel sebagai berikut :

Tabel 6.12 Perhitungan *Net Present Value*

Tahun	Discounted Factor	Total Investasi dalam Compound Value (Rp)	Discounted Factor	Margin Keuntungan (Rp)	Margin Keuntungan Dalam Compound Value (Rp)	Keuntungan Kumulatif Dalam Compound Value (Rp)	Payback Period
	8%		8%				
2016	0	700.714.391.346,000	1,0000				(700.714.391.346,00)
2017	1	756.771.542.653,680	1,0800	33.750.000.000,00	36.450.000.000,00	36.450.000.000,00	(720.321.542.653,68)
2018	2	817.313.266.065,974	1,1664	78.750.000.000,00	91.854.000.000,00	128.304.000.000,00	(689.009.266.065,97)
2019	3	882.698.327.351,252	1,2597	112.500.000.000,00	141.717.600.000,00	270.021.600.000,00	(612.676.727.351,25)
2020	4	953.314.193.539,353	1,3605	112.500.000.000,00	153.055.008.000,00	423.076.608.000,00	(530.237.585.539,35)
2021	5	1.029.579.329.022,500	1,4693	112.500.000.000,00	165.299.408.640,00	588.376.016.640,00	(441.203.312.382,50)
2022	6	1.111.945.675.344,300	1,5869	112.500.000.000,00	178.523.361.331,20	766.899.377.971,20	(345.046.297.373,10)
2023	7	1.200.901.329.371,850	1,7138	112.500.000.000,00	192.805.230.237,70	959.704.608.208,90	(241.196.721.162,95)
2024	8	1.296.973.435.721,590	1,8509	112.500.000.000,00	208.229.648.656,71	1.167.934.256.865,61	(129.039.178.855,99)
2025	9	1.400.731.310.579,320	1,9990	112.500.000.000,00	224.888.020.549,25	1.392.822.277.414,86	(7.909.033.164,46)
2026	10	1.512.789.815.425,670	2,1589	112.500.000.000,00	242.879.062.193,19	1.635.701.339.608,05	122.911.524.182,38
2027	11	1.633.813.000.659,720	2,3316	112.500.000.000,00	262.309.387.168,64	1.898.010.726.776,69	264.197.726.116,97
2028	12	1.764.618.040.712,500	2,5182	112.500.000.000,00	283.294.138.142,14	2.181.304.864.918,82	416.786.824.206,33
2029	13	1.905.679.483.969,500	2,7196	112.500.000.000,00	305.957.669.193,51	2.487.262.534.112,33	581.583.050.142,83
2030	14	2.058.133.842.687,060	2,9372	112.500.000.000,00	330.434.282.728,99	2.817.696.816.841,32	759.562.974.154,26
2031	15	2.222.784.550.102,020	3,1722	112.500.000.000,00	356.869.025.347,31	3.174.565.842.188,62	951.781.292.086,60
2032	16	2.400.607.314.110,180	3,4259	112.500.000.000,00	385.418.547.375,09	3.559.984.389.563,71	1.159.377.075.453,53
2033	17	2.592.655.899.239,000	3,7000	112.500.000.000,00	416.252.031.165,10	3.976.236.420.728,81	1.383.580.521.489,81
2034	18	2.800.068.371.178,120	3,9960	112.500.000.000,00	449.552.193.658,31	4.425.788.614.387,12	1.625.720.243.209,00
2035	19	3.024.073.840.872,370	4,3157	112.500.000.000,00	485.516.369.150,97	4.911.304.983.538,08	1.887.231.142.665,72
2036	20	3.265.999.748.142,160	4,6610	112.500.000.000,00	524.357.678.683,05	5.435.662.662.221,13	2.169.662.914.078,97

Dengan memperhatikan Tabel tersebut diatas, dapat dilihat bahwa investasi sebesar Rp. 700 Milyar yang ditanamkan diperkirakan dapat kembali pada tahun ke – 10 atau pada tahun 2026 (apabila galangan kapal mulai beroperasi pada tahun 2016) dan pada unit ke-16.

BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dengan memperhatikan hasil pembahasan pada bab 2 s/d bab 6 sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Peluang pasar untuk konversi tanker menjadi FPSO atau FSO adalah sebagai berikut :
 - Populasi *floating production unit* di dunia sampai dengan Nopember 2013 berjumlah 277 unit, dimana 62 % diantaranya adalah FPSO dan 38 % FPSO tersebut dibuat dengan cara konversi.
 - Berdasarkan populasi FPSO dan FSO di Indonesia, peluang pasar untuk konversi tanker hingga ukuran 180.000 DWT paling besar.
 - Untuk peluang kebutuhan penunjang MIGAS hingga tahun 2025 diperkirakan sejumlah 25 unit FPSO atau FSO
2. Galangan kapal harus dapat memenuhi kebutuhan proses konversi kapal tanker menjadi FPSO atau FSO diantaranya pekerjaan pelepasan mesin penggerak utama dan sistem propulsi, penambahan modul peralatan produksi seperti *power generator, gas compressor, oil and water separator, metering skid*, penambahan *turret, risers, flare tower, crane, offloading system*, sistem perpipaan, penguatan konstruksi untuk menopang peralatan produksi, penambahan ruang akomodasi, dan perubahan minor lainnya pada lambung, seperti *coating dan replating*.
3. Galangan kapal untuk konversi tanker menjadi FPSO atau FSO dilengkapi dengan fasilitas : 2 jetty / dermaga , 1 gudang material , 1 bengkel fabrikasi, 1 bengkel sub assembly, 1 bengkel assembly, 1 bengkel blasting dan cat, 1 bengkel outfitting, 1 graving dock dan grand assembly outdoor area, serta gedung Kantor dengan fasilitas dan kapasitas yang sesuai dengan kebutuhan konversi kapal tanker menjadi FPSO dan FSO.
4. Hasil analisa dan studi kelayakan dinilai layak dengan rincian sebagai berikut :
 - Nilai investasi yang diperlukan adalah sebesar Rp. 700 Milyar untuk reklamasi/pematangan lahan, pekerjaan persiapan, graving dock, kantor administrasi, gudang plat, bengkel reparasi, peralatan produksi dan lain sebagainya.

- Dengan memberikan layanan jasa untuk reparasi kapal dengan target pemasaran 2 kapal / tahun untuk konversi dengan kapasitas sampai dengan 180.000 DWT pada graving dock dan jetty, dengan asumsi tingkat keuntungan 30 %, maka rata-rata keuntungan optimum yang diperoleh per tahun sebesar Rp. 112,5 Milyar / tahun.
- Dengan simulasi / asumsi perhitungan keuntungan 2 kapal / tahun untuk konversi dengan kapasitas 180,000 DWT, dengan asumsi tingkat keuntungan 30 %, maka diperoleh waktu Break Even Point (BEP) investasi galangan kapal tersebut pada tahun ke-9 dan pada unit ke 16.

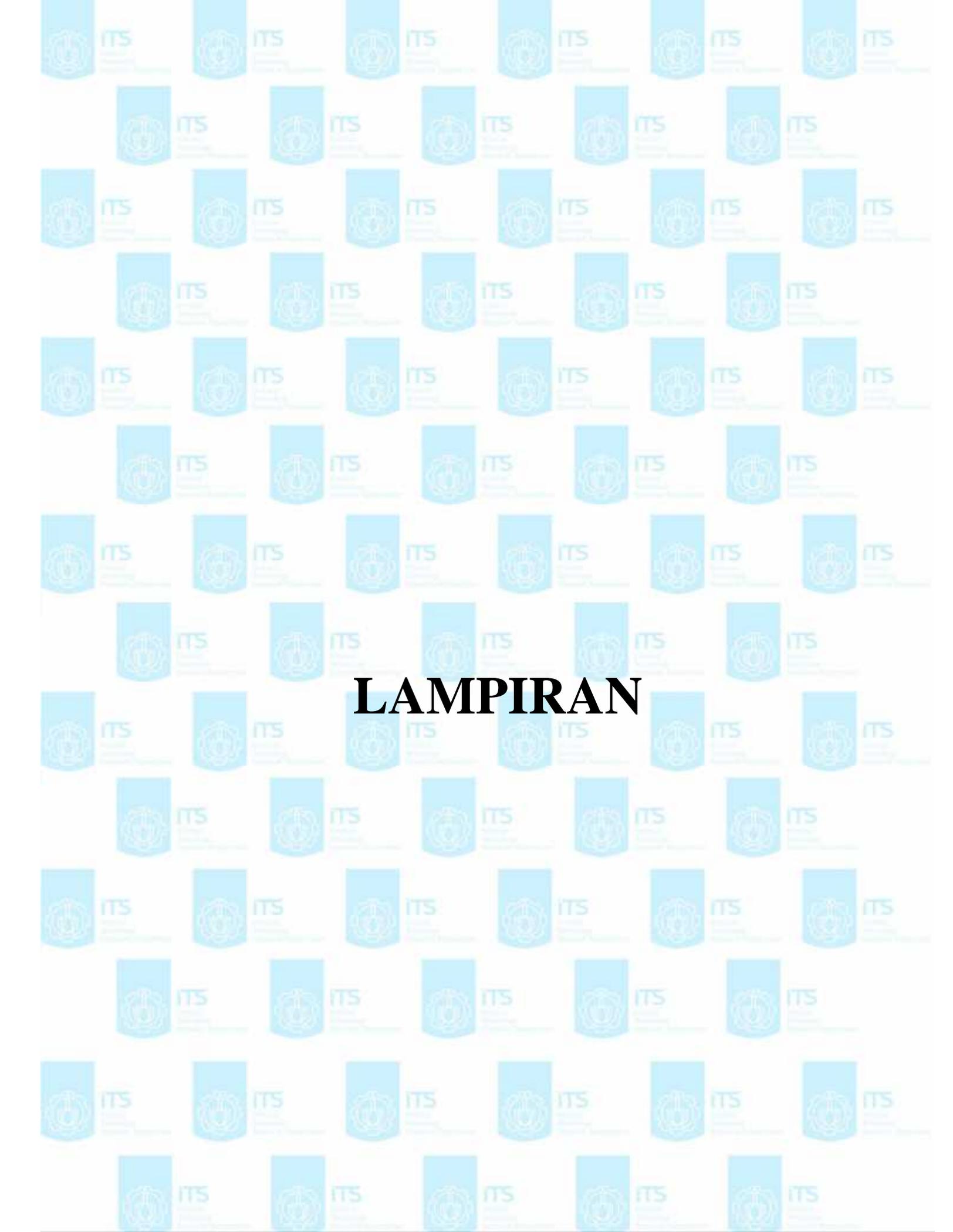
7.2 Saran

Dengan memperhatikan kesimpulan diatas, maka dapat disusun beberapa saran penting, sebagai berikut:

1. Pada nilai investasi tanah dan bangunan perlu diverifikasi lebih dalam dengan pengujian lebih lanjut.
2. Pada nilai investasi peralatan produksi perlu diverifikasi ulang dengan harga terbaru.
3. Perlu dilakukan perhitungan pendapatan proyek yang lebih menyeluruh dan detail untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam analisa ekonomis.
4. Untuk menambah pemasukan galangan kapal dan mengoptimalkan fasilitas galangan maka dapat dilakukan analisa potensi pasar, analisa teknis, dan analisa teknis lebih dalam untuk proyek reparasi FPSO dan FSO.

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. ESTIMASI NILAI INVESTASI UNTUK TANAH DAN BANGUNAN	123
LAMPIRAN 2. PERINCIAN NILAI INVESTASI FASILITAS PENUNJANG TIAP BENGKEL.....	124
LAMPIRAN 3. ESTIMASI TOTAL INVESTASI FASILITAS PENUNJANG	127
LAMPIRAN 4. ESTIMASI BIAYA PERSIAPAN	128
LAMPIRAN 5. ESTIMASI PENGELUARAN GAJI TENAGA KERJA TAK LANGSUNG	129
LAMPIRAN 6. ESTIMASI PENGELUARAN GAJI TENAGA KERJA LANGSUNG	130
LAMPIRAN 7. ESTIMASI TOTAL PENGELUARAN GAJI TENAGA KERJA	130
LAMPIRAN 8. WAKTU DAN NILAI PROYEK PEKERJAAN KONVERSI	131
LAMPIRAN 9. ESTIMASI PENDAPATAN DARI PROYEK KONVERSI TANKER MENJADI FPSO	131
LAMPIRAN 10. ESTIMASI PENDAPATAN DARI PROYEK KONVERSI TANKER MENJADI FSO.....	132
LAMPIRAN 11. ESTIMASI TOTAL PENDAPATAN GALANGAN	133
LAMPIRAN 12. PERHITUNGAN NET PRESENT VALUE.....	134
LAMPIRAN 13. PERENCANAAN LAYOUT GALANGAN KAPAL.....	135

The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a blue shield with a white emblem inside, followed by the letters 'ITS' in a bold, sans-serif font. The logos are arranged in a grid that is slightly offset from one row to the next, creating a textured, watermarked effect.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. ESTIMASI NILAI INVESTASI UNTUK TANAH DAN BANGUNAN

Biaya Tanah

No	Uraian	Dimensi			Harga Satuan		Total Investasi (Rp)
		Panjang (m)	Lebar (m)	Satuan	Harga (Rp)	Satuan	
1	Tanah + Land Clearing	377	271	m ²	1.000.000,00	Rp/m ²	102.167.000.000,00
TOTAL I							102.167.000.000,00

Biaya Modal Tanah, Pematangan Lahan dan Reklamasi

No	Uraian	Dimensi			Harga Satuan		Total Investasi (Rp)
		Panjang (m)	Lebar (m)	Satuan	Harga (Rp)	Satuan	
1	Biaya Cut and Fill	377	271	m ²	500.000,00	Rp/m ²	51.083.500.000,00
TOTAL II							51.083.500.000,00

Biaya Bangunan Galangan Kapal

No	Uraian	Dimensi			Harga Satuan		Total Investasi (Rp)
		Panjang (m)	Lebar (m)	Satuan	Harga (Rp)	Satuan	
1	Area Parkir	40	30	m ²	100.000,00	Rp/m ²	120.000.000,00
2	Security Guard	15	10	m ²	500.000,00	Rp/m ²	75.000.000,00
3	Kantor Pusat dan Engineering (3 lantai)	40	60	m ²	1.800.000,00	Rp/m ²	4.320.000.000,00
4	Steel Stock Yard	50	40	m ²	1.500.000,00	Rp/m ²	3.000.000.000,00
5	Bengkel Fabrikasi	40	40	m ²	1.500.000,00	Rp/m ²	2.400.000.000,00
6	Bengkel Sub Assembly	40	40	m ²	1.500.000,00	Rp/m ²	2.400.000.000,00
7	Bengkel Assembly	40	40	m ²	1.500.000,00	Rp/m ²	2.400.000.000,00
9	Grand Assembly Outdoor		40.000,00	m ²	200.000,00	Rp/m ²	8.000.000.000,00
10	Bengkel Block Blasting	40,00	40,00	m ²	1.500.000,00	Rp/m ²	2.400.000.000,00
11	Bengkel Pipa	40,00	40,00	m ²	1.500.000,00	Rp/m ²	2.400.000.000,00
12	Bengkel Kayu	40,00	30,00	m ²	1.500.000,00	Rp/m ²	1.800.000.000,00
13	Bengkel Palet	40,00	30,00	m ²	1.500.000,00	Rp/m ²	1.800.000.000,00
14	Jetty / Dermaga	300,00	20,00	m ²	18.000.000,00	Rp/m ²	108.000.000.000,00
TOTAL III							139.115.000.000,00

Biaya Pembebasan Tanah, Pematangan Lahan dan Pekerjaan Bangunan / Fasilitas

No	Uraian	Dimensi			Harga Satuan		Total Investasi (Rp)
		Panjang (m)	Lebar (m)	Satuan	Harga (Rp)	Satuan	
1	Graving Dock	300,00	55,00	unit	18.000.000,00	Rp/m ²	297.000.000.000,00
TOTAL IV							297.000.000.000,00
TOTAL I+II+III+IV							589.365.500.000,00

LAMPIRAN 2. PERINCIAN NILAI INVESTASI FASILITAS PENUNJANG TIAP BENGKEL

No	Item	Spesifikasi Teknik	Harga Satuan		Volume	Satuan	Total investasi (IDR)
			price (US\$)	Price (IDR)			
			1	12140			
1	Gudang Penyimpanan						
1	Overhead Crane	Single Girder Bridge Crane 5 Ton Capacity	30.000	364.200.000	2	unit	728.400.000,00
2	Fork-lift	5000kg Capacity, Diesel Engine, Duplex 4000mm	27.856	338.171.840	1	unit	338.171.840,00
3	Rak	Basic unit H2500 x D700 x W1860mm, 300kg/level, 5 level shelving	659	8.000.000	37	unit	296.000.000,00
4	Plate Straightening Roller		130.000	1.578.200.000	1	unit	1.578.200.000,00
5	Shot Blasting Machine		150.000	1.821.000.000	1	unit	1.821.000.000,00
6	Conveyor System		30.000	364.200.000	3	unit	1.092.600.000,00
2	Bengkel Fabrikasi						
1	Cutting Machine	Plasma cutting machine MicroStep MG-PrPr	160.000	1.942.400.000	1	Unit	1.942.400.000,00
2	Automatic Piping Spools Fabrication System	Nanjing Auto Electric Co. 2-60" dia	450.415	5.468.038.100	1	Unit	5.468.038.100,00
3	Flame Planner	20 Torch	80.000	971.200.000	1	unit	971.200.000,00
4	Bending Machine	Hydraulic 4-roll bending machine MG MH3022D	90.000	1.092.600.000	2	unit	2.185.200.000,00
5	Frame Bender	7.288 Hydraulic folding -press machine Baykal - Turkey APH 3108x160	78.500	952.990.000	1	unit	952.990.000,00
6	Small tools		720	8.740.800	1	set	8.740.800,00
7	Overhead Crane	Single Girder Bridge Crane 10 Ton Capacity	164.744,65	2.000.000.000	2	unit	4.000.000.000,00
3	Bengkel Sub Assembly						
1	Jig / Landasan Assembly		6.590	80.000.000	2	set	160.000.000,00
2	Welding Machine / Automatic	Submerged Arc Welding Machine 1000A	7.249	88.000.000	1	set	88.000.000,00
3	Welding Machine / Manual	FCAW welding machine 400A	1.654	20.075.000	15	set	301.125.000,00
4	Overhead Crane	15 Ton LLC	75.000	910.500.000	2	unit	1.821.000.000,00
4	Bengkel Assembly						
1	Jig / Landasan Assembly		6.590	80.000.000	2	set	160.000.000,00
2	Rigger		6.590	80.000.000	2	set	160.000.000,00
3	Welding Machine /Semi Automatic	Submerged Arc Welding Machine 1000A	7.249	88.000.000	1	unit	88.000.000,00
4	Welding Machine / Manual	FCAW welding machine 400A	1.654	20.075.000	15	unit	301.125.000,00
5	Small tools		890	10.800.000	2	set	21.600.000,00
6	Overhead Crane	20 ton LLC	329.489	4.000.000.000	2	unit	8.000.000.000,00

5	Bengkel Blasting							-
1	Jig		6.590	80.000.000	2	set		160.000.000,00
2	Portable Shot Blasting	Turntable Shot Blasting	20.000	242.800.000	2	unit		485.600.000,00
3	Dust Colector	Cyclone Dust Colector	9.814	119.141.960	2	unit		238.283.920,00
6	Bengkel Cat							-
1	Jig		6.590	80.000.000	2	set		160.000.000,00
2	Compressor	Air Compressor + Sprayer Gun	659	8.000.000	4	unit		32.000.000,00
3	Paint Mixer	PLMGG Industrial Paint Mixer For High Viscosity Material	20.000	242.800.000	1	unit		242.800.000,00
7	Bengkel Outfitting							-
	Piping Installation Section							-
1	Pipe bending Machine	Semi-automatic pipe bending machine Tracto-Technik Tubobend 50	32.195	390.852.763	2	unit		781.705.526,00
2	Welding Machine/ Manual	FCAW welding machine 400A	1.654	20.075.000	4	unit		80.300.000,00
3	Pipe Cutter	65 A-200A/ 2.2 KW	4.040	49.045.600	2	unit		98.091.200,00
4	Drilling Machine		5.999	72.827.860	2	unit		145.655.720,00
5	Small tools		890	10.800.000	2	set		21.600.000,00
	Electrical Installation Section							-
6	Electrical test Applicances		160	1.942.400	2	set		3.884.800,00
7	Electric Motor		412	5.000.000	2	set		10.000.000,00
8	Small Gen set		5.700	69.198.000	2	set		138.396.000,00
9	Small tools		890	10.800.000	2	set		21.600.000,00
	Wood Working Section							-
10	Sawing Machine		3.200	38.848.000	2	unit		77.696.000,00
11	Double Head Grinder		3.326	40.377.640	2	unit		80.755.280,00
12	Wood Drilling Machine		1.700	20.638.000	2	unit		41.276.000,00
13	Wood Turning Lathe		1.160	14.082.400	2	unit		28.164.800,00
14	Router Machine		11.331	137.558.340	2	unit		275.116.680,00
15	Hand Feed planer		1.100	13.354.000	2	unit		26.708.000,00
16	Circular saw with slade table		1.283	15.575.620	2	unit		31.151.240,00
17	Straight line up saw		1.488	18.064.320	2	unit		36.128.640,00
18	Small tools		890	10.800.000	1	set		10.800.000,00

8	Grand Assy Outdoor Area								-
1	Keel Block	Concrete Block 15 Ton	300	3.642.000	180	m ³			655.560.000,00
2	Mobile Crane	50 Ton Capacity	320.000	3.884.800.000	1	unit			3.884.800.000,00
3	Shipyard Transporter / Lowloader	250 Ton Capacity	300.000	3.642.000.000	1	unit			3.642.000.000,00
4	Water Jet M/C	75 HP / 52.5 KW	14.680	178.215.200	2	set			356.430.400,00
5	Fresh Water Pump	50 HP / 37.5 KW	13.120	159.276.800	2	set			318.553.600,00
6	Rigger		9.885	120.000.000	2	set			240.000.000,00
7	Level Luffing Crane	Crane 50 Ton LLC	600.000	7.284.000.000	1	unit			7.284.000.000,00
9	Area Jetty								-
1	Rail / Rel Baja		165	2.000.000	700	m			1.400.000.000,00
2	Water Jet M/C		4.680	56.815.200	8	unit			454.521.600,00
3	Fresh Water Pump		3.120	37.876.800	8	set			303.014.400,00
4	Rigger		1.647	20.000.000	8	set			160.000.000,00
5	Level Luffing Crane	Crane 50 Ton LLC	600.000	7.284.000.000	1	unit			7.284.000.000,00
10	Graving Dock								-
1	Rail / Rel Baja		165	2.000.000	700	m			1.400.000.000,00
2	Keel Block	Concrete Block 15 Ton	300	3.642.000	80	unit			291.360.000,00
4	Water Jet M/C		4.680	56.815.200	2	unit			113.630.400,00
5	Fresh Water Pump		3.120	37.876.800	2	set			75.753.600,00
6	Rigger		1.647	20.000.000	2	set			40.000.000,00
7	Goliath Crane	crane 500 ton LLC	2.000.000	24.280.000.000	1	unit			24.280.000.000,00
	TOTAL				1849				87.895.128.546,0

LAMPIRAN 3. ESTIMASI TOTAL INVESTASI FASILITAS PENUNJANG

No	Uraian	Total investment (Rp)
1	Gudang	5.854.371.840,00
2	Bengkel Fabrikasi	15.528.568.900,00
3	Bengkel Sub Assembly	2.370.125.000,00
4	Bengkel Assembly	8.730.725.000,00
5	Bengkel Blasting	883.883.920,00
6	Bengkel Cat	434.800.000,00
7	Bengkel Out Fitting	1.909.029.886,00
8	Jetty	9.601.536.000,00
9	Graving Dock	26.200.744.000,00
10	Grand Assembly Outdoor Area	16.381.344.000,00
TOTAL		87.895.128.546,00

LAMPIRAN 4. ESTIMASI BIAYA PERSIAPAN

No	Item	Vol	Unit	Harga / Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Generator Listrik (100 KVA)	4	unit	200.000.000	800.000.000,00
2	Generator Listrik (80 KVA)	2	unit	150.000.000	300.000.000,00
3	Generator Listrik (60 KVA)	2	unit	117.881.400	235.762.800,00
4	Biaya Perijinan	1	paket	500.000.000	500.000.000,00
5	Biaya Perencanaan	1	paket	600.000.000	600.000.000,00
6	Biaya Pengawasan	1	paket	500.000.000	500.000.000,00
7	Biaya Amdal	1	paket	350.000.000	350.000.000,00
8	Office Supply	1	paket	700.000.000	700.000.000,00
9	Biaya BBHTB (Balik Nama)	1	paket	1.600.000.000	1.600.000.000,00
10	Instalasi air bersih	16	M3	50.000.000	800.000.000,00
11	HPL	1	paket	12.000.000.000	12.000.000.000,00
12	IPAL	16	M3	40.000.000	640.000.000,00
	TOTAL				19.025.762.800,00

LAMPIRAN 5. ESTIMASI PENGELUARAN GAJI TENAGA KERJA TAK LANGSUNG

No	Tenaga Kerja	Jumlah (Orang)	Gaji (Rp)	Total Gaji / Bulan (Rp)
1	Direktur Utama	1	10.000.000	10.000.000
2	Direktur Desain dan Teknologi	1	5.000.000	5.000.000
3	Divisi Desain	2	3.000.000	6.000.000
4	Divisi Riset dan Teknologi	2	3.000.000	6.000.000
5	Direktur Perencanaan dan Pengembangan Usaha	1	5.000.000	5.000.000
6	Divisi Pengadaan	2	3.000.000	6.000.000
7	Divisi Pemasaran	2	3.000.000	6.000.000
8	Direktur Produksi	1	5.000.000	5.000.000
9	Divisi Konstruksi	2	3.000.000	6.000.000
10	Divisi Pemeliharaan	2	3.000.000	6.000.000
11	Divisi Rekayasa Umum	2	3.000.000	6.000.000
12	Direktur Administrasi dan Keuangan	1	5.000.000	5.000.000
13	Divisi Akuntansi	2	3.000.000	6.000.000
14	Divisi Manajemen Resiko	2	3.000.000	6.000.000
15	Divisi Pembendaharaan	2	3.000.000	6.000.000
16	Direktur SDM	1	5.000.000	5.000.000
17	Divisi K3	2	3.000.000	6.000.000
18	Divisi Pengelolaan SDM	2	3.000.000	6.000.000
19	Divisi Training Center	2	3.000.000	6.000.000
	Jumlah	32		113.000.000

LAMPIRAN 6. ESTIMASI PENGELUARAN GAJI TENAGA KERJA LANGSUNG

No	Tenaga Kerja	Jumlah (Orang)	Gaji (Rp)	Total Gaji / Bulan (Rp)
1	Gudang Penyimpanan	5	2.000.000	10.000.000
2	Bengkel Fabrikasi	8	2.000.000	16.000.000
3	Bengkel Sub- Assembly	20	2.000.000	40.000.000
4	Bengkel Assembly	20	2.000.000	40.000.000
5	Bengkel Grand Assembly	20	2.000.000	40.000.000
6	Grand Assembly Outdoor	10	2.000.000	20.000.000
7	Bengkel Blasting dan Cat	5	2.000.000	10.000.000
8	Bengkel Outfitting	30	2.000.000	60.000.000
9	Graving Dock	5	2.000.000	10.000.000
10	Jetty	5	2.000.000	10.000.000
Jumlah		128		256.000.000

LAMPIRAN 7. ESTIMASI TOTAL PENGELUARAN GAJI TENAGA KERJA

No	Tenaga Kerja	Total Gaji / Bulan (Rp)	Total Gaji / Tahun (Rp)
1	Tenaga Kerja Tak Langsung	113.000.000	1.356.000.000
2	Tenaga Kerja Langsung	256.000.000	3.072.000.000
Jumlah		369.000.000	4.428.000.000

LAMPIRAN 8.WAKTU DAN NILAI PROYEK PEKERJAAN KONVERSI

No.	Estimasi waktu pengerjaan konversi		Penggunaan Fasilitas (bulan)		Nilai Proyek (Rp)
	Jenis Koversi	Rata-rata Waktu	Jetty	Graving Dock	
1	Tanker to FPSO	18 Bulan	9	9	250.000.000.000
2	Tanker to FSO	9 Bulan	6	3	125.000.000.000

Kapasitas Jetty 2 kapal
Kapasitas Graving Dock 1 kapal

LAMPIRAN 9.ESTIMASI PENDAPATAN DARI PROYEK KONVERSI TANKER MENJADI FPSO

Tanker to FPSO						
Tahun	Rencana Target Proyek	Utilitas	Total Proyek / Tahun (Realistis)	Nilai Proyek / Kapal (Rp)	Nilai Proyek Total (Rp)	Tingkat Keuntungan (30%) (Rp)
0	-	-	-	-	-	-
1	1	30%	0,3	250.000.000.000	75.000.000.000,00	22.500.000.000,00
2	1	70%	0,7	250.000.000.000	175.000.000.000,00	52.500.000.000,00
3	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
4	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
5	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
6	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
7	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
8	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
9	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
10	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
11	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
12	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
13	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
14	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
15	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
16	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
17	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
18	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
19	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00
20	1	100%	1	250.000.000.000	250.000.000.000,00	75.000.000.000,00

LAMPIRAN 10. ESTIMASI PENDAPATAN DARI PROYEK KONVERSI TANKER MENJADI FSO

Tanker to FSO						
Tahun	Rencana Target Proyek	Utilitas	Total Proyek / Tahun (Realistis)	Nilai Proyek / Kapal (Rp)	Nilai Proyek Total (Rp)	Tingkat Keuntungan (30%) (Rp)
0	-	-	-	-	-	-
1	1	30%	0,3	125.000.000.000	37.500.000.000,00	11.250.000.000,00
2	1	70%	0,7	125.000.000.000	87.500.000.000,00	26.250.000.000,00
3	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
4	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
5	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
6	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
7	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
8	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
9	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
10	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
11	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
12	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
13	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
14	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
15	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
16	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
17	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
18	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
19	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00
20	1	100%	1	125.000.000.000	125.000.000.000,00	37.500.000.000,00

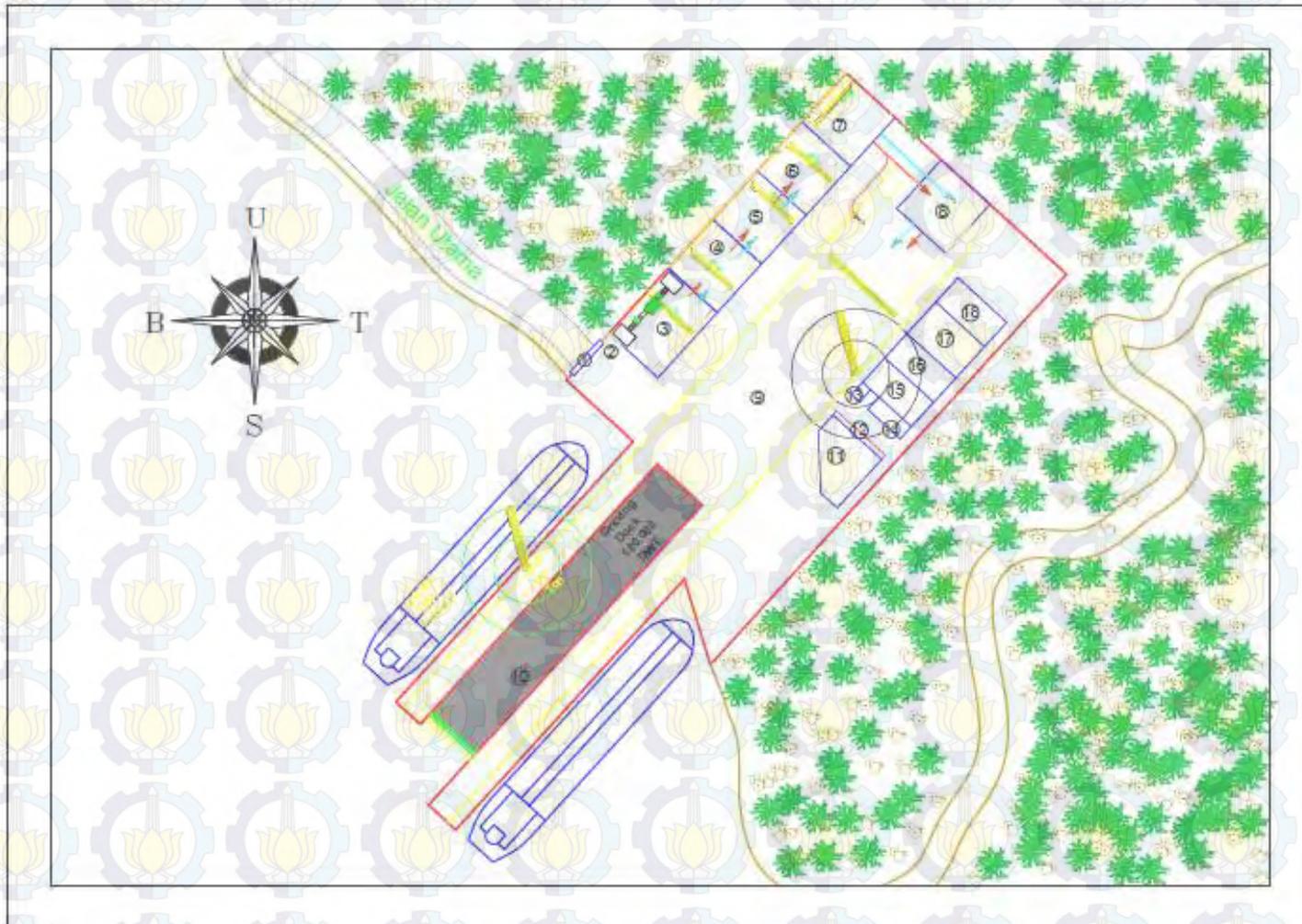
LAMPIRAN 11. ESTIMASI TOTAL PENDAPATAN GALANGAN

Tahun	Konversi Tanker to FPSO			Konversi Tanker to FSO			Total Pendapatan		
	Nilai Proyek	Tingkat Keuntungan	% Keuntungan	Nilai Proyek	Tingkat Keuntungan	% Keuntungan	Nilai Proyek Total	Tingkat Keuntungan Total	% Keuntungan
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	75.000.000,00	22.500.000,00	30,00%	37.500.000,00	11.250.000,00	30,00%	112.500.000,00	33.750.000,00	30%
2	175.000.000,00	52.500.000,00	30,00%	87.500.000,00	26.250.000,00	30,00%	262.500.000,00	78.750.000,00	30%
3	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
4	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
5	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
6	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
7	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
8	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
9	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
10	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
11	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
12	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
13	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
14	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
15	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
16	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
17	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
18	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
19	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%
20	250.000.000,00	75.000.000,00	30,00%	125.000.000,00	37.500.000,00	30,00%	375.000.000,00	112.500.000,00	30%

LAMPIRAN 12. PERHITUNGAN NET PRESENT VALUE

Tahun	Discounted Factor	Total Investasi dalam Compound Value (Rp)	Discounted Factor	Margin Keuntungan (Rp)	Margin Keuntungan Dalam Compound Value (Rp)	Keuntungan Kumulatif Dalam Compound Value (Rp)	Payback Period
	8%		8%				
2016	0	700.714.391.346,000	1,0000				(700.714.391.346,00)
2017	1	756.771.542.653,680	1,0800	33.750.000.000,00	36.450.000.000,00	36.450.000.000,00	(720.321.542.653,68)
2018	2	817.313.266.065,974	1,1664	78.750.000.000,00	91.854.000.000,00	128.304.000.000,00	(689.009.266.065,97)
2019	3	882.698.327.351,252	1,2597	112.500.000.000,00	141.717.600.000,00	270.021.600.000,00	(612.676.727.351,25)
2020	4	953.314.193.539,353	1,3605	112.500.000.000,00	153.055.008.000,00	423.076.608.000,00	(530.237.585.539,35)
2021	5	1.029.579.329.022,500	1,4693	112.500.000.000,00	165.299.408.640,00	588.376.016.640,00	(441.203.312.382,50)
2022	6	1.111.945.675.344,300	1,5869	112.500.000.000,00	178.523.361.331,20	766.899.377.971,20	(345.046.297.373,10)
2023	7	1.200.901.329.371,850	1,7138	112.500.000.000,00	192.805.230.237,70	959.704.608.208,90	(241.196.721.162,95)
2024	8	1.296.973.435.721,590	1,8509	112.500.000.000,00	208.229.648.656,71	1.167.934.256.865,61	(129.039.178.855,99)
2025	9	1.400.731.310.579,320	1,9990	112.500.000.000,00	224.888.020.549,25	1.392.822.277.414,86	(7.909.033.164,46)
2026	10	1.512.789.815.425,670	2,1589	112.500.000.000,00	242.879.062.193,19	1.635.701.339.608,05	122.911.524.182,38
2027	11	1.633.813.000.659,720	2,3316	112.500.000.000,00	262.309.387.168,64	1.898.010.726.776,69	264.197.726.116,97
2028	12	1.764.518.040.712,500	2,5182	112.500.000.000,00	283.294.138.142,14	2.181.304.864.918,82	416.786.824.206,33
2029	13	1.905.679.483.969,500	2,7196	112.500.000.000,00	305.957.669.193,51	2.487.262.534.112,33	581.583.050.142,83
2030	14	2.058.133.842.687,060	2,9372	112.500.000.000,00	330.434.282.728,99	2.817.696.816.841,32	759.562.974.154,26
2031	15	2.222.784.550.102,020	3,1722	112.500.000.000,00	356.869.025.347,31	3.174.565.842.188,62	951.781.292.086,60
2032	16	2.400.607.314.110,180	3,4259	112.500.000.000,00	385.418.547.375,09	3.559.984.389.563,71	1.159.377.075.453,53
2033	17	2.592.655.899.239,000	3,7000	112.500.000.000,00	416.252.031.165,10	3.976.236.420.728,81	1.383.580.521.489,81
2034	18	2.800.068.371.178,120	3,9960	112.500.000.000,00	449.552.193.658,31	4.425.788.614.387,12	1.625.720.243.209,00
2035	19	3.024.073.840.872,370	4,3157	112.500.000.000,00	485.516.369.150,97	4.911.304.983.538,08	1.887.231.142.665,72
2036	20	3.265.999.748.142,160	4,6610	112.500.000.000,00	524.357.678.683,05	5.435.662.662.221,13	2.169.662.914.078,97

LAMPIRAN 13. PERENCANAAN LAYOUT GALANGAN KAPAL



DAFTAR PUSTAKA

- Cornick, H. (1968). *Dock and Harbour Engineering Vol I : The Design of Dock*. London: Charles Griffin & Company Ltd.
- Gunadhi. (2013). *Analisa Teknis dan Ekonomis Perubahan Galangan Kapal Bangunan Baru dan Reparasi Menjadi Galangan Kapal Khusus Reparasi*. Surabaya: Laporan Tugas Akhir ITS.
- INTERNATIONAL CHAMBER OF SHIPPING. (2006). *International Safety Guide fo Oil Tankers and Terminals*. London: Witherby & Co. Ltd.
- Juanto, R. (2007). *Penerapan International Safety Guide For Oil Tankers and Terminals (ISGOTT) untuk Reparasi Kapal Tanker pada Dok dan Galangan Kapal Berskala Besar di Surabaya*. Surabaya: Laporan Tugas Akhir ITS.
- Kurnianto, P. (2012). *Perkiraan Umur Konstruksi FPSO Konversi Dari Tanker Menggunakan Analisa Fatige*. Surabaya: Laporan Tugas Akhir ITS.
- Lamb, T. (2004). *Ship Design and Construction Volume II*. Jersey City: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Purwanto, R. D. (2013). *Perencanaan Awal Floating Production Unit (FPU) untuk Lapangan Gas di Selat Madura*. Surabaya: Laporan Tugas Akhir ITS.
- Ruth, I. (2006). *Perencanaan Detail Struktur Graving Dock di Kawasan Pangkalan TNI AL di Kecamatan Semampir Kota Surabaya*. Surabaya: Laporan Tugas Akhir ITS.
- Schlott, H. W. (1980). *Shipbuilding Technology*. Lecture Notes.
- Shipping, K. R. (2013). *Guidance for Floating Offshore Production Units*. Busan: Korean Register of Shipping.
- Siagian, H. (2008). *Analisa Pemanfaatan Areal Tanah untuk Pengembangan Galangan Reparasi Kapal di PT. Dewa Ruci Agung*. Surabaya: Laporan Tugas Akhir ITS.
- Soeharto, A., & Soejitno. (1996). *Galangan Kapal*. Surabaya: FTK ITS.
- Soejitno. (1997). *Teknik Reparasi dan Teknik Produksi*. Surabaya: FTK-ITS.
- Terpstra, T. (2001). *FPSO Design and Conversion: A Designer's Approach. Offshore Technology Conference Paper*.
- Texas A&M University. (2003). *Design of a Floating Production, Storage, and Offloading (FPSO) System and Oil Offtake System for Offshore West Africa*. Texas: Texas A&M University.
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design Vol I*. England: Oxford.

www.klasifikasiindonesia.co.id (Register Biro Klasifikasi Indonesia)

www.sbmoffshore.com

www.rigzone.com

www.projectcontrolsinternational.com/fpso-and-fpso-topsides-costs.html

www.offshore-mag.com (offshore magazine)

www.skkmigas.go.id

