



TUGAS AKHIR - MN 091382

**KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS *ESCORT TUG* UNTUK
TERMINAL LNG : STUDI KASUS PT BADAQ**

Frenky Cahya Nugraha
NRP. 4110 100 003

Dosen Pembimbing
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2014



FINAL PROJECT - MN 091382

***TECHNICAL AND ECONOMICAL STUDIES OF ESCORT
TUG IN LNG TERMINAL : CASE STUDY PT BADAK***

**Frenky Cahya Nugraha
NRP. 4110 100 003**

**Supervisor
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING
ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2014**

KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS *ESCORT TUG* UNTUK TERMINAL LNG: STUDI KASUS PT BADAK

Nama Mahasiswa : Frenky Cahya Nugraha
NRP : 4110 100 003
Jurusan / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

ABSTRAK

PT Badak merupakan perusahaan yang bergerak dalam bisnis LNG. Sekarang ini PT Badak bermaksud akan mengembangkan pengoperasian transportasi kapal LNG di terminal LNG bontang. PT Badak mempunyai rencana akan membeli satu *escort tug* yang akan digunakan sebagai pengganti *escort tug* lama. *Escort tug* ini akan digunakan pada proses LNG, khususnya dalam proses bersandar dan lepasnya kapal ke dan dari dermaga PT Badak NGL Bontang. Dalam rangka mendukung pengadaan kapal ini maka diperlukan penelitian lanjut mengenai *performance* maupun nilai ekonomis dari masing-masing pilihan *escort tug*, bahan bakar yang akan dipakai *escort tug*, serta cara pengadaan *escort tug* yaitu membangun bangunan baru atau menyewa. Pada penelitian ini data diperoleh dari survey literatur yang tersedia di domain publik kemudian dilakukan perbandingan antara data-data yang didapat, lalu diproses dengan mempertimbangkan *engineering judgement* penulis dalam menentukan tingkat kepentingan dan pemilihan *tug* menggunakan *analytical hierarchy process* (AHP) selain itu pada penelitian ini juga akan dilakukan analisa biaya dan kandungan bahan bakar untuk menentukan bahan bakar yang dipakai dan analisa investasi yang bisa menjadi bahan pertimbangan dalam memilih cara pengadaan *escort tug*. Setelah dilakukan serangkaian pemilihan menggunakan AHP dan analisa pada bahan bakar serta analisa investasi didapatkan hasil bahwa tipe *escort tug* yang akan dipakai adalah rotor tug, jenis bahan bakar yang akan dipakai adalah *natural gas*, dan cara pengadaan kapal dengan membangun bangunan baru.

***TECHNICAL AND ECONOMIC STUDIES OF ESCORT TUG IN LNG
TERMINAL : STUDY CASE PT BADAK***

Name : Frenky Cahya Nugraha
NRP : 4110 100 003
Department : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Supervisor : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

ABSTRACT

PT Badak is a company that focus in the LNG business. Currently PT Badak LNG want to develop their LNG carrier transportation and operations in the LNG terminal bontang. PT Badak has plan to buy one escort tug to be used as a substitute of old escort tug. Escort tug will be used in the LNG process, especially in the berthing process of the vessel to and from the pier of PT Badak NGL Bontang. In order to support the procurement of these ships, PT Badak will do further research on the performance and economic value of each tug option as well as the fuel that will be used to operate an escort tug. This study also analyze which way will we choose to procure new building or renting. In this study, data obtained from literature that available in the public domain and then data will be comprised and processed by the authors with engineering judgment in determining the level of interest and the selection of tug using analytical hierarchy process (AHP). After a series of selection using the AHP, the fuel analysis and investment analysis finished. The result show that the type of escort tug that will be used is the rotor tug, the type of fuel that will be used is natural gas, and the chosen procurement is build a new building.

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS *ESCORT TUG* UNTUK TERMINAL LNG: STUDI KASUS PT BADAK

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan
Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FRENKY CAHYA NUGRAHA
NRP. 4110 100 003

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



Ir. Wasis Dwi Arवान, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19640210 198903 1 001

SURABAYA, JULI 2014

LEMBAR REVISI

**KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS *ESCORT TUG* UNTUK
TERMINAL LNG : STUDI KASUS PT BADAK**

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 11 Juli 2014

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Perancangan Kapal
Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FRENKY CAHYA NUGRAHA
NRP. 4110 100 003

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.

2. Ir. I. G.M Santosa

3. Dr. Ir. Ketut Suastika, M.Sc.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr, Wb.

Alhamdulillah, puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta anugerah sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tak lupa shalawat serta salam tetap tucurahkan kepada nabi Muhammad SAW yang senantiasa memberi petunjuk arah jalan kebenaran dan kebaikan.

Tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik oleh penulis tentunya tidak lepas dari dukungan banyak pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada :

1. Ayah dan Ibu tercinta yang telah membesarkan penulis atas do'a, kasih sayang, dukungan dan bimbingannya yang tidak pernah berhenti.
2. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. Selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan, ilmu, waktu, dan kesabaran dalam mengarahkan dan memberi nasehat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Teman-teman di Teknik Perkapalan angkatan 2010.
4. Dan semua pihak yang telah membantu penulis, yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, karena kesempurnaan hanyalah milik Allah. Maka saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Wassalamualaikum, Wr, Wb.

Surabaya, Juli 2014

Frenky Cahya Nugraha

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Gambaran Umum.....	1
1.2. Latar Belakang Masalah.....	2
1.3. Perumusan Masalah	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Tujuan	4
1.6. Manfaat	4
1.7. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 DASAR TEORI	6
2.1 Gambaran Umum.....	6
2.2 Kondisi Lokasi Operasi.....	7
2.3 Pengaruh Gelombang terhadap Operasi <i>Tug</i>	7
2.4 Terminal LNG Bontang	9
2.5 Pengawalan Kapal.....	11
2.6 <i>Harbour Tug</i>	14
2.6.1 VWT (<i>Voith Water Tractor</i>)	14
2.6.2 ASD (<i>Azimuth Stern Drive</i>).....	15
2.6.3 Tractor Plus	16
2.6.4 Rotor <i>Tug</i>	17
2.7 Gas Alam.....	18
2.7.1 Cairan Gas Alam (NGL)	19
2.7.2 Petro Gas Cair (Elpiji, LPG- <i>Liquified Petroleum Gas</i>).....	19
2.7.3 Gas Alam Cair (LNG).....	20
2.7.4 Gas Alam Terkompresi (CNG)	20
2.8 Bahan Bakar Gas	21
2.8.1 Mesin Berbahan Bakar Gas.....	21
2.8.2 Tabung Bahan Bakar Gas.....	21
2.9 Bahan Bakar Diesel	22
2.9.1 Mesin Diesel.....	22
2.10 <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP).....	23
2.10.1 Pengertian <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP).....	23
2.10.2 Landasan Aksiomatik dan Metode Dasar AHP.....	24
2.11 Penentuan Faktor Pembobotan dengan AHP	25
2.12 Tahapan Penggunaan AHP	25
2.13 Konsistensi Logis	27

BAB 3 METODELOGI PENELITIAN.....	30
3.1 Gambaran Umum.....	30
3.2 Tahap Pengumpulan Data	33
3.3 Tahap Pengolahan Data	33
3.4 Pemilihan dengan Menggunakan <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP).....	34
3.5 Analisa Pemilihan Bahan Bakar	35
3.6 Analisa Pemilihan Pengadaan Kapal	36
BAB 4 ANALISA <i>PERFORMANCE</i> KAPAL	37
4.1 Gambaran Umum.....	37
4.2 <i>Performance</i>	38
4.2.1 <i>Maneuver</i>	38
4.2.2 <i>Bollard Pull</i>	41
4.3 Perbandingan Secara Umum	45
BAB 5 ANALISA EKONOMIS KAPAL.....	47
5.1 Gambaran Umum.....	47
5.2 Biaya Pembangunan Kapal	48
5.3 Biaya Operasional kapal	51
BAB 6 PEMILIHAN JENIS <i>TUG</i> MENGGUNAKAN AHP(ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS)	54
6.1 Gambaran Umum.....	54
6.2 Perhitungan Faktor Pembobotan untuk kriteria utama	55
6.3 Perhitungan Faktor Pembobotan untuk Subkriteria.....	56
6.4 Perhitungan faktor evaluasi untuk subkriteria	59
6.4.1. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria <i>bollard pull</i>	59
6.4.2. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria <i>manuver</i>	60
6.4.3. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria <i>safe towing point</i>	61
6.4.4. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria <i>towing over stern</i>	62
6.4.5. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria <i>towing over bow</i>	63
6.4.6. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria <i>safe connecting to stern</i>	63
6.4.7. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria <i>safe connecting to bow</i>	64
6.4.8. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria <i>BP sideway</i>	65
6.4.9. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria <i>escort capabilities</i>	66
6.4.10. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria <i>behavior in swell</i>	67
6.4.11. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria biaya pembangunan	68
6.4.12. Perhitungan faktor evaluasi subkriteria biaya operasional	69
6.5 Perhitungan bobot dari masing-masing pilihan tug pada kriteria <i>performance</i>	70
6.6 Perhitungan bobot dari masing-masing pilihan tug pada kriteria analisa ekonomis ..	72
6.7 Perhitungan bobot total	73
BAB 7 ANALISA BAHAN BAKAR.....	74
7.1 Gambaran Umum.....	74
7.2 <i>Performance</i>	75
7.3 <i>Emissions</i>	75
7.3.1 Oksida - oksida Nitrogen (NOx)	75
7.3.2 Oksida – oksida Carbon (COx)	76
7.3.3 Jumlah Gas Emisi pada Diesel dan Natural Gas	76
7.4 Perbandingan Harga <i>Natural Gas</i> dengan <i>Diesel</i>	78

7.5	Analisa Perbandingan Bahan Bakar	79
7.6	Prinsip Kerja Sistem Propulsi Berbahan Bakar <i>Natural Gas</i>	81
BAB 8 PEMILIHAN BANGUNAN BARU ATAU SEWA		83
8.1	Gambaran Umum.....	83
8.2	Perhitungan Investasi Pengadaan Kapal	84
BAB 9 KESIMPULAN DAN SARAN		109
9.1	Gambaran Umum.....	109
9.2	Kesimpulan.....	110
9.3	Saran	110
DAFTAR PUSTAKA		111
LAMPIRAN		113
BIODATA PENULIS		114

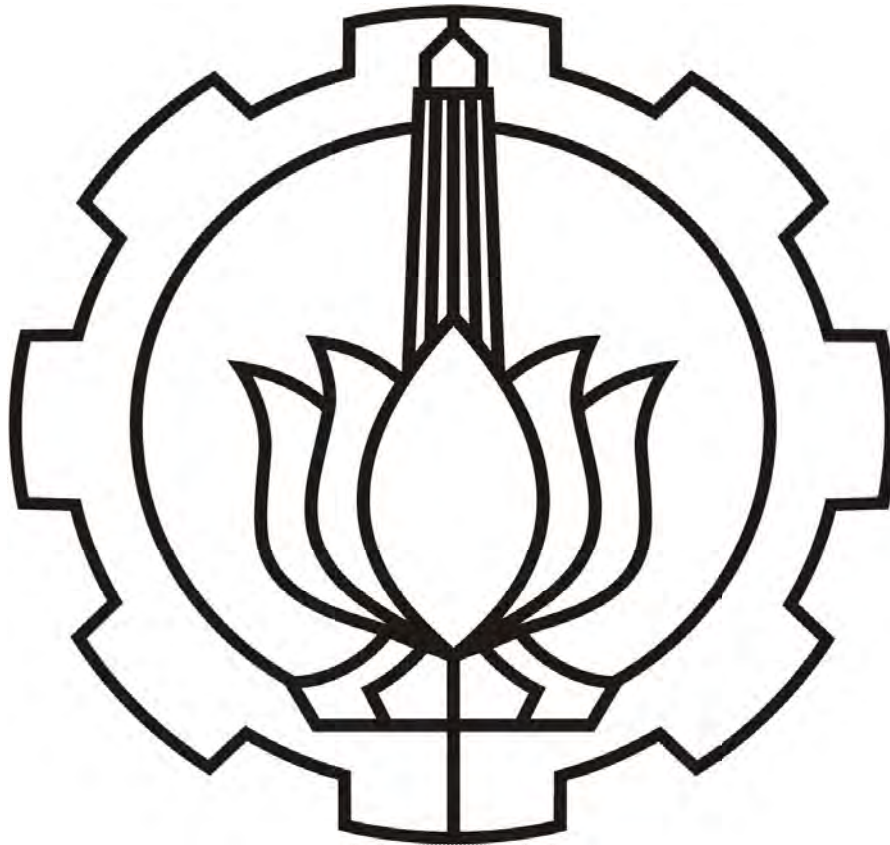
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ukuran matriks dan nilai RI.....	29
Tabel 4.1 Waktu yang dibutuhkan ASD dan VWT pada <i>maneuver 1</i>	38
Tabel 4.2 Waktu yang dibutuhkan ASD dan VWT pada <i>maneuver 2</i>	39
Tabel 4.3 Waktu yang dibutuhkan ASD dan VWT pada <i>maneuver 3</i>	40
Tabel 4.4 Perbandingan umum ASD, VWT, Rotor tug, dan Tractor plus	46
Tabel 5.1 Biaya pembangunan ASD.....	48
Tabel 5.2 Biaya pembangunan VWT.....	49
Tabel 5.3 Biaya pembangunan Tractor plus.....	50
Tabel 5.4 Biaya pembangunan Rotor tug.....	51
Tabel 5.5 Biaya operasional ASD.....	52
Tabel 5.6 Biaya operasional VWT	52
Tabel 5.7 Biaya operasional Tractor plus.....	52
Tabel 5.8 Biaya operasional Rotor tug.....	53
Tabel 6.1 Matriks faktor pembobotan kriteria utama	55
Tabel 6.2 Matriks faktor pembobotan kriteria utama yang dinormalkan	56
Tabel 6.3 Matriks faktor pembobotan subkriteria <i>performance</i>	56
Tabel 6.4 Matriks faktor pembobotan subkriteria <i>performance</i> yang dinormalkan.....	57
Tabel 6.5 Matriks faktopr pembobotan subkriteria analisa ekonomis	58
Tabel 6.6 Matriks faktopr pembobotan subkriteria analisa ekonomis yang dinormalkan	58
Tabel 6.7 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>bollard pull</i>	59
Tabel 6.8 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>bollard pull</i> yang dinormalkan.....	59
Tabel 6.9 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>maneuver</i>	60
Tabel 6.10 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>maneuver</i> yang dinormalkan.....	60
Tabel 6.11 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>safe towing point</i>	61
Tabel 6.12 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>safe towing point</i> yang dinormalkan.....	61
Tabel 6.13 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>towing over stern</i>	62
Tabel 6.14 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>towing over stern</i> yang dinormalkan	62
Tabel 6.15 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>towing over bow</i>	63
Tabel 6.16 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>towing over bow</i> yang dinormalkan	63
Tabel 6.17 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>safe connecting to stern</i>	64
Tabel 6.18 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>safe connecting to stern</i> yang dinormalkan ...	64
Tabel 6.19 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>safe connecting to bow</i>	65
Tabel 6.20 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>safe connecting to bow</i> yang dinormalkan.....	65
Tabel 6.21 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>BP sideway</i>	65
Tabel 6.22 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>BP sideway</i> yang dinormalkan	66
Tabel 6.23 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>escort capabilities</i>	66
Tabel 6.24 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>escort capabilities</i> yang dinormalkan.....	67
Tabel 6.25 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>behaviour in swell</i>	67
Tabel 6.26 Matriks faktor evaluasi subkriteria <i>behaviour in swell</i> yang dinormalkan.....	68
Tabel 6.27 Matriks faktor evaluasi subkriteria biaya pembangunan	68
Tabel 6.28 Matriks faktor evaluasi subkriteria biaya pembangunan yang dinormalkan	69
Tabel 6.29 Matriks faktor evaluasi subkriteria biaya operasional.....	69
Tabel 6.30 Matriks faktor evaluasi subkriteriabiaya operasional yang dinormalkan	70
Tabel 6.31 Perhitungan bobot ASD pada kriteria <i>performance</i>	70
Tabel 6.32 Perhitungan bobot VWT pada kriteria <i>performance</i>	71
Tabel 6.33 Perhitungan bobot Tractor plus pada kriteria <i>performance</i>	71

Tabel 6.34 Perhitungan bobot Rotor tug pada kriteria <i>performance</i>	71
Tabel 6.35 Perhitungan bobot ASD pada kriteria analisa ekonomis	72
Tabel 6.36 Perhitungan bobot VWT pada kriteria analisa ekonomis	72
Tabel 6.37 Perhitungan bobot Tractor plus pada kriteria analisa ekonomis	72
Tabel 6.38 Perhitungan bobot Rotor tug pada kriteria analisa ekonomis	73
Tabel 6.39 Bobot total ASD	73
Tabel 6.40 Bobot total VWT	73
Tabel 6.41 Bobot total Tractor plus	73
Tabel 6.42 Bobot total Rotor tug	73
Tabel 7.1 Koefisien dalam menentukan konsumsi bahan bakar	79
Tabel 7.2 Perbandingan konsumsi bahan bakar mesin	79
Tabel 7.3 Harga bahan bakar (Rp/m ³)	80
Tabel 7.4 Perbandingan harga bahan bakar (Rp/liter)	80
Tabel 7.5 Biaya bahan bakar dalam waktu 1 tahun	80
Tabel 8.1 Data awal keuangan ASD	84
Tabel 8.2 Net cash flow tahun ke-0 sampai tahun ke-5 pada ASD	85
Tabel 8.3 Net cash flow tahun ke-6 sampai tahun ke-10 pada ASD	86
Tabel 8.4 Net cash flow tahun ke-11 sampai tahun ke-20 pada ASD	87
Tabel 8.5 Biaya <i>charter</i> terhadap nilai IRR pada ASD	88
Tabel 8.6 Matriks perbandingan bangunan dan sewa pada ASD	89
Tabel 8.7 Data awal keuangan VWT	90
Tabel 8.8 Net cash flow tahun ke-0 sampai tahun ke-5 pada VWT	91
Tabel 8.9 Net cash flow tahun ke-6 sampai tahun ke-10 pada VWT	92
Tabel 8.10 Net cash flow tahun ke-11 sampai tahun ke-20 pada VWT	93
Tabel 8.11 Biaya <i>charter</i> terhadap nilai IRR pada VWT	94
Tabel 8.12 Matriks perbandingan bangunan dan sewa pada VWT	95
Tabel 8.13 Data awal keuangan Rotor tug	96
Tabel 8.14 Net cash flow tahun ke-0 sampai tahun ke-5 pada Rotor tug	97
Tabel 8.15 Net cash flow tahun ke-6 sampai tahun ke-10 pada Rotor tug	98
Tabel 8.16 Net cash flow tahun ke-11 sampai tahun ke-20 pada Rotor tug	99
Tabel 8.17 Biaya <i>charter</i> terhadap nilai IRR pada Rotor tug	100
Tabel 8.18 Matriks perbandingan bangunan dan sewa pada Rotor tug	101
Tabel 8.19 Data awal keuangan Tractor plus	102
Tabel 8.20 Net cash flow tahun ke-0 sampai tahun ke-5 pada Tractor plus	103
Tabel 8.21 Net cash flow tahun ke-6 sampai tahun ke-10 pada Tractor plus	104
Tabel 8.22 Net cash flow tahun ke-11 sampai tahun ke-20 pada Tractor plus	105
Tabel 8.23 Biaya <i>charter</i> terhadap nilai IRR pada Tractor plus	106
Tabel 8.24 Matriks perbandingan bangunan dan sewa pada Tractor plus	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lokasi Terminal LNG Bontang	7
Gambar 2.2 Prakiraan Cuaca di Perairan Balikpapan.....	8
Gambar 2.3 Pengaruh gelombang terhadap operasi <i>tug</i> Sumber : Prince William Sound Regional Citizens Advisory, 2010).....	9
Gambar 2.4 Kapasitas kilang PT Badak NGL.....	10
Gambar 2.5 Peta penyebaran sumber gas di Indonesia.....	11
Gambar 2.6 <i>Tug boat requirements</i>	12
Gambar 2.7 <i>Tranverse arrest over the bow</i>	13
Gambar 2.8 <i>Reverse arrest over the bow</i>	13
Gambar 2.9 <i>Indirect arrest over the bow</i>	13
Gambar 2.10 <i>Voith water tractor</i>	15
Gambar 2.11 <i>Azimuth stern drive</i>	16
Gambar 2.12 Tractor plus 1.....	17
Gambar 2.13 Tractor plus 2.....	17
Gambar 2.14 Rotor tug.....	18
Gambar 3.1 <i>Flow chart</i>	33
Gambar 4.1 Grafik <i>maneuver 1</i>	39
Gambar 4.2 Grafik <i>maneuver 2</i>	40
Gambar 4.3 Grafik <i>maneuver 3</i>	41
Gambar 4.4 Grafik regresi linier <i>power vs bollard pull</i>	42
Gambar 4.5 Diagram polar ASD vs Rotor tug	43
Gambar 4.6 Diagram polar VSP vs Rotor tug.....	44
Gambar 4.7 Perbandingan Bollard pull pada ASD, VSP dan Tractor plus	45
Gambar 6.1 Skema pemilihan dengan AHP.....	55
Gambar 7.1 Emisi CO ₂ yang dihasilkan oleh beberapa jenis bahan bakar	77
Gambar 7.2 Emisi dari bahan bakar diesel dan natural gas di Canada (gram/mile).....	77
Gambar 7.3 Proyeksi harga bahan bakar diesel dan natural gas	78
Gambar 7.4 Sistem propulsi berbahan bakar <i>natural gas</i>	81
Gambar 7.5 <i>Tug</i> dengan bahan bakar <i>natural gas</i>	82
Gambar 8.1 Grafik <i>charter per day</i> dengan IRR pada ASD	88
Gambar 8.2 Grafik <i>charter per day</i> dengan IRR pada VWT	94
Gambar 8.3 Grafik <i>charter per day</i> dengan IRR pada Rotor tug	100
Gambar 8.4 Grafik <i>charter per day</i> dengan IRR pada Tractor plus	106



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Gambaran Umum

Pada bab ini akan dijelaskan beberapa bagian yang mendasari pengerjaan tugas akhir. Bagian-bagian tersebut antara lain : latar belakang permasalahan yang diambil sebagai topik dari pengerjaan tugas akhir, perumusan masalah dan batasan masalah dalam pengerjaan tugas akhir, tujuan pengerjaan tugas akhir, manfaat pengerjaan tugas akhir, serta sistematika penulisan tugas akhir.

1.2. Latar Belakang Masalah

Terminal LNG merupakan fasilitas atau tempat dimana gas alam dalam bentuk cair dirubah ke bentuk gas setelah pengiriman melalui laut dari area produksi oleh kapal LNG. Terminal ini mempunyai 4 (empat) fungsi utama yaitu menerima kapal LNG dan menampung muatannya, menyimpan LNG dalam *cryogenic tank* yang mampu menahan suhu di bawah -160 °C, *regasifying* LNG, dan penyaluran gas ke jaringan transmisi nasional. Di terminal LNG, kapal LNG di tambatkan ke dermaga bongkar muat dimana ada pipa khusus yang digunakan untuk mentransfer muatan dari kapal ke tangki penyimpanan. Pipa ini di dirancang khusus untuk menahan efek *embrittling* karena suhu ekstrim -160 °C. Pada umumnya proses transfer ini memerlukan waktu 12 jam.

Di Indonesia sendiri ada dua terminal besar untuk LNG, salah satunya adalah terminal LNG Bontang. Terminal ini dikelola, dioperasikan, dan dipelihara oleh PT Badak NGL. PT Badak NGL juga bertanggung jawab pada proses perdagangan LNG yang merupakan proses terintegrasi, artinya mulai dari sumber gas, pemrosesan, pengapalan, dan konsumen merupakan suatu mata rantai yang saling terkait satu sama lain.

Saat ini PT Badak NGL sedang melakukan pengembangan di terminal LNGnya, dimana hal tersebut juga harus memperhatikan peningkatan permintaan LNG. Dengan adanya peningkatan tersebut akan meningkat pula arus muatan LNG dari kapal LNG ke terminal. Untuk membantu transportasi ini, PT Badak NGL mempunyai fasilitas *escort tug* yang berfungsi sebagai pemandu kapal LNG sehingga dapat bertambat di dermaga dan membantu mengikat tali-tali kapal di *breathing dolphin* dan *mooring dolphin*. *Escort tug* yang dimiliki perusahaan gas alam Bontang adalah 7 buah, yang saat ini sudah tidak layak untuk dioperasikan di dermaga Bontang. Hal ini memaksa perusahaan yang bergerak di bisnis gas alam ini untuk meningkatkan performa pengoperasian di terminal gas yang dimilikinya dengan melakukan pengembangan pada pembangunan dan pengoperasian *escort tug* di dermaga PT Badak NGL.

Saat ini ada satu jenis tug yang dioperasikan di terminal LNG Bontang yaitu *azimuth stern drive tug*. ASD (*Azimuth Stern Drive*) sendiri merupakan salah satu tipe dari harbour tug. Dalam perkembangannya harbour tug mempunyai berbagai tipe tug yang dibedakan oleh jenis dan letak propulsinya, antara lain: VWT (*Voith Water Tractor*), Rotor Tug, dan yang terbaru adalah Tractor Plus, yang merupakan gabungan dari ASD dan VWT. Dari beberapa jenis harbour tug tersebut masing-masing mempunyai harga, dan *performance* yang berbeda.

Dalam pengoperasian di terminal LNG dibutuhkan *escort tug* yang dapat melakukan operasi yang aman dan menjamin keselamatan. Kemampuan bermanuver pada *escort tug* merupakan suatu hal yang sangat penting, hal ini tidak lepas dari peran dan fungsi dari *escort tug* dalam menunda kapal LNG. Untuk sebuah terminal, keamanan dan keselamatan merupakan sebuah hal yang sangat penting karena terminal LNG dan kapal LNG memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap tabrakan maupun sentuhan saat merapat. Melihat hal tersebut maka akan dilakukan kajian teknis dan ekonomis tug dari beberapa jenis harbour tug yaitu *Voith Water Tractor*, *Azimuth Stern Drive*, *Rotor Tug*, dan *Tractor Plus* termasuk pemilihan bahan bakar antara diesel dan LNG untuk di operasikan di terminal LNG Bontang serta cara pengadaannya. Mengingat penelitian sebelumnya yang dilakukan Thomas, 2011 yang berjudul” Studi Komparasi Teknis dan Ekonomis pada Dua Jenis Harbour Tug yaitu *Voith Water Tractor* dan *Azimuth Stern Drive Tug* dalam penggunaannya di terminal LNG Muara Karang” hanya membandingkan dua jenis harbour tug saja dan belum melakukan analisa terhadap bahan bakar serta cara pengadaan *escort tug*.

1.3. Perumusan Masalah

Berdasarkan data yang didapat maka permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah :

1. Apa kelebihan dan kekurangan dari masing-masing pilihan *escort tug* yang akan dipakai PT Badak ?
2. Bagaimana pengaruh pemakaian bahan bakar diesel dan NG (Natural Gas) ?
3. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk bangunan baru dan sewa dari beberapa pilihan *escort tug*?

1.4. Batasan Masalah

Ada beberapa batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Permasalahan control pada pemakaian bahan bakar tidak termasuk dalam kajian penulisan.
2. Perbedaan antara CNG dan LNG tidak dibahas pada pengerjaan TA
3. Perancangan *escort tug* tidak termasuk dalam pengerjaan TA.

4. Pembobotan menggunakan *adjustment* berdasarkan analisis data, *literature* ,dan perspektif penulis.

1.5. Tujuan

Penelitian ini dimaksudkan untuk melakukan kajian teknis dan ekonomis *escort tug* untuk terminal LNG : studi kasus PT Badak. Adapun tujuannya adalah sebagai berikut :

1. Menentukan jenis *escort tug* yang akan dipakai di dermaga PT Badak NGL.
2. Menentukan bahan bakar yang akan digunakan *escort tug* dalam pengoperasiaannya.
3. Menentukan cara pengadaan kapal membangun bangunan baru atau sewa.

1.6. Manfaat

Dari penulisan tugas akhir ini diharapkan memberikan manfaat :

1. Memberikan gambaran mengenai beberapa pilihan *escort tug*.
2. Memberikan informasi terpadu kepada PT Badak mengenai pemilihan *escort tug* berdasarkan analisa teknis dan ekonomis.
3. Memberikan gambaran ke PT Badak mengenai pemilihan bahan bakar untuk *escort tug*.
4. Memberikan gambaran ke PT Badak mengenai pemilihan sewa atau bangunan baru.

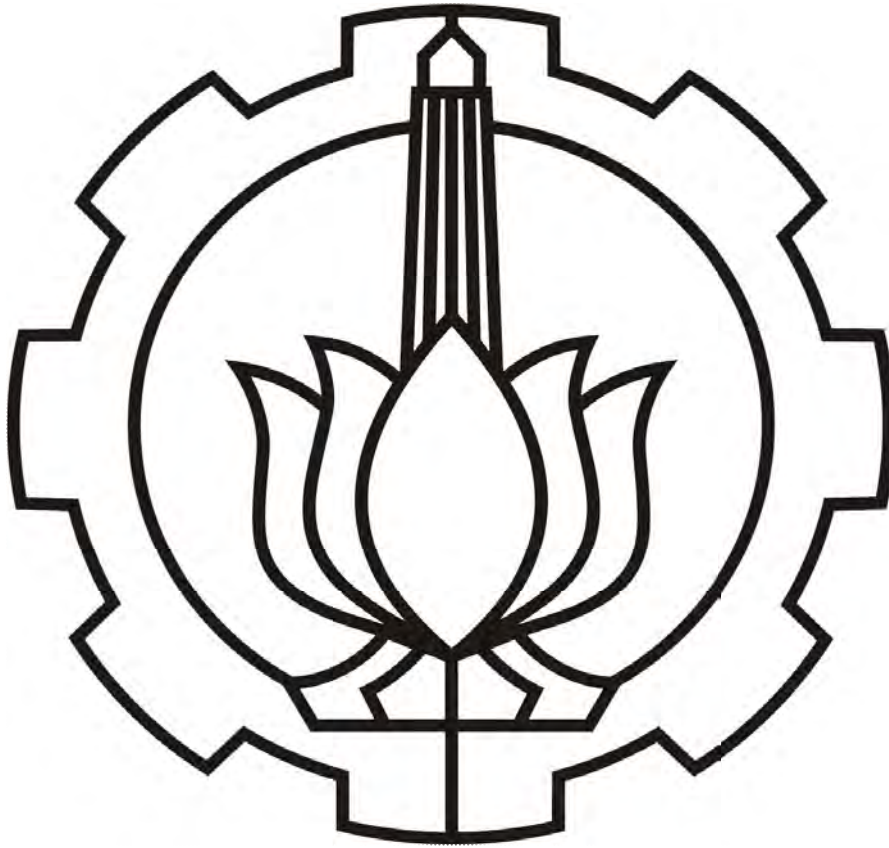
1.7. Sistematika Penulisan

Pada penulisan tugas akhir ini bagian pertama dimulai dari Bab 1 yaitu Bab pendahuluan. Bab ini memuat latar belakang penelitian, perumusan masalah dan batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan hasil penelitian.

Bagian kedua dari penulisan tugas akhir ini adalah Bab 2 yaitu Bab tinjauan pustaka. Pada Bab ini akan dimuat dasar-dasar teori mengenai metode cara pengerjaan penelitian maupun objek yang akan diteliti.

Setelah bagian kedua selesai bagian selanjutnya adalah Bab 3 yang membicarakan mengenai metode penelitian. Metode penelitian ini berisikan alur tata cara pengerjaan tugas akhir ini. Setelah bagian metode penelitian, bagian pembahasan akan diletakkan pada Bab

4,5,6,7, dan 8. Pada bagian pembahasan ini akan dibahas segala sesuatu yang berkaitan dengan pemilihan *escort tug* sesuai dengan nilai teknis dan ekonomis. Bagian terakhir dari penulisan penelitian ini akan diisi oleh Bab 9 yang mana membicarakan tentang saran dan kesimpulan.



BAB 2

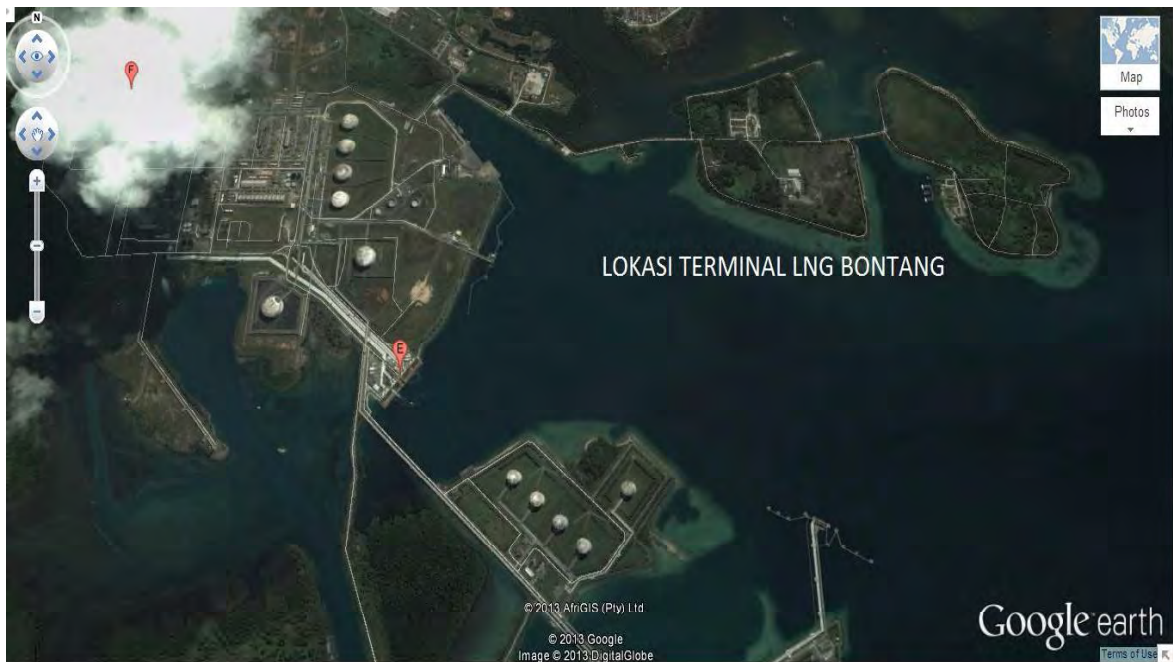
DASAR TEORI

2.1 Gambaran Umum

Pada bab ini akan dijelaskan dasar-dasar teori yang menyangkut dengan pengerjaan tugas akhir. Dasar-dasar teori tersebut meliputi kondisi tempat dimana *escort tug* akan beroperasi, macam-macam pengawalan kapal, penjelasan masing-masing jenis *escort tug*, penjelasan mengenai jenis-jenis bahan bakar serta dasar-dasar teori dalam melakukan pemilihan menggunakan *analytical hierarchy process* (AHP).

2.2 Kondisi Lokasi Operasi

Terminal LNG bontang terletak pada $0^{\circ} 06' 0''$ lintang utara dan $117^{\circ} 31' 0''$ bujur timur. Terminal ini didukung dengan beton didepannya sepanjang 450 m dan mempunyai kedalaman perairan 14 m. Terminal ini dapat menambat LNG tanker sampai dengan 100.000 dwt dan panjang maksimum 300 m.



Gambar 2.1 Lokasi Terminal LNG Bontang

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Perairan disekitar terminal LNG Bontang diperkirakan mempunyai gelombang maksimum 1.3 m–1.8 m dan significant wave antara 0.5 m dan 0.8 m. Hal tersebut ditunjukkan pada gambar 2-2. Data gelombang ini digunakan untuk mengetahui perkiraan apakah *tug* dapat beroperasi dengan baik dan aman karena hal ini berpengaruh pada olah gerak kapal. Olah gerak kapal ini nantinya akan mempengaruhi *performance* kapal pada waktu melakukan penarikan maupun *maneuver*.

2.3 Pengaruh Gelombang terhadap Operasi *Tug*

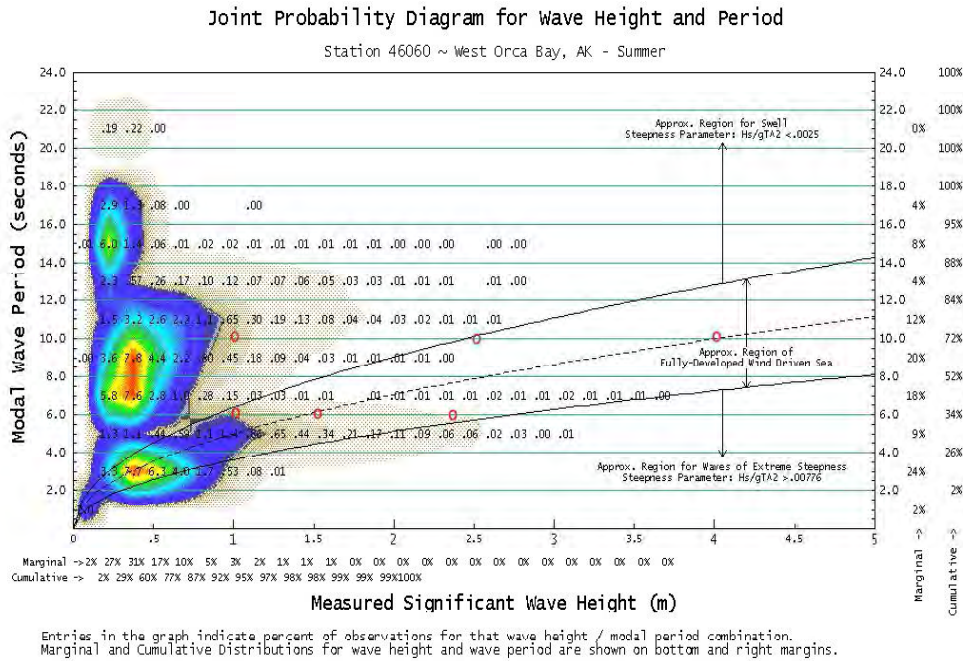
Berdasarkan penelitian di Prince William Sound mengenai pengaruh gelombang terhadap operasi tug (Prince William Sound Regional Citizens Advisory Council, 2010). Olah gerak kapal yang optimum dipengaruhi oleh tinggi rata-rata maksimum gelombang tertentu

pada periode gelombang tertentu hal tersebut ditunjukkan pada gambar 2-3. Penelitian ini dilakukan di daerah Teluk Alaska yang merupakan jalur pengoperasian *tug* untuk pengawalan kapal tanker yang akan menuju ke Pelabuhan Valdez.



Gambar 2.2 Prakiraan Cuaca di Perairan Balikpapan

Dari data tersebut dengan ketinggian gelombang signifikan di daerah perairan Balikpapan, dapat disimpulkan perairan Balikpapan aman untuk pengoperasian sebuah *tug*. Di lokasi terminal Bontang sendiri bukan termasuk terminal dengan lalu lintas yang padat karena lokasi terminal ini khusus untuk pengoperasian *LNG tanker* saja sehingga kemungkinan terjadinya tabrakan antar kapal bisa dibilang kecil.



Gambar 2.3 Pengaruh gelombang terhadap operasi *tug* (Sumber : Prince William Sound Regional Citizens Advisory, 2010)

2.4 Terminal LNG Bontang

Badak LNG Plant merupakan salah satu dari 2 Kilang gas alam cair yang mendukung bisnis LNG Indonesia, terletak di Bontang, Kalimantan Timur. Nama Badak berasal dari lokasi pertama ditemukan gas untuk memasok ke kilang LNG Badak.

Konstruksi dimulai pada pertengahan 1974 dan sekitar 36 bulan kemudian, pada tanggal 5 Juli 1977, LNG yang diproduksi dari LNG Train pertama, yaitu Train A. Kilang ini diresmikan pada tanggal 1 Agustus, dan pengapalan pertama LNG Indonesia dilaksanakan dari Bontang pada tanggal 9 Agustus 1977 oleh tanker Aquarius dengan tujuan Senboku LNG, Jepang.

KAPASITAS KILANG

Jumlah Train (unit)	8
Kapasitas Produksi LNG (juta ton / tahun)	22.5
Kapasitas Produksi LPG (juta ton / tahun)	1.00
Gas Alam yang diproduksi (juta standard kaki kubik per hari)	3.700
Pipa Gas Alam	2 x 36" 2 x 42"
Dermaga Muat LNG / LPG	3
Kapasitas Tangki Penyimpanan LNG (m ³)	636.000
Jumlah Tangki LNG	6
Kapasitas Tangki Penyimpanan LPG (m ³)	200.000
Jumlah Tangki LPG	5
Daya Listrik (MW)	180
Pendingin Air Laut (m ³ / jam)	330.000
Jumlah Pompa Pendingin Air Laut	22
Steam Tekanan Tinggi	6.990
Jumlah Boiler	21

Gambar 2.4 Kapasitas kilang PT Badak NGL

Selama lebih dari 33 tahun, pabrik LNG Badak yang pada awalnya dirancang dan dibangun untuk 2 train, telah berhasil dengan ekspansi menjadi 8 Train dan dilengkapi dengan fasilitas tambahan untuk memproduksi LPG. Fasilitas tambahan dan pengembangan pabrik tersebut telah meningkatkan produksi LNG dari kapasitas awal sebesar 3,3 juta ton pada tahun 1977 menjadi lebih dari 22 juta ton LNG dan 1,2 juta ton LPG per tahun. Pada saat yang sama, ditambahkan pipa gas , dari satu baris pipa 36 Inch menjadi empat baris pipa gas 36 Inch dan 42 Inch yang memasok gas alam dari ladang gas untuk mengisi LNG dan LPG. Pabrik LNG Badak pada saat ini yang dilengkapi dengan dermaga 3 LNG / LPG yang dapat dioperasikan secara bersamaan.



Gambar 2.5 Peta Penyebaran Sumber Gas di Indonesia

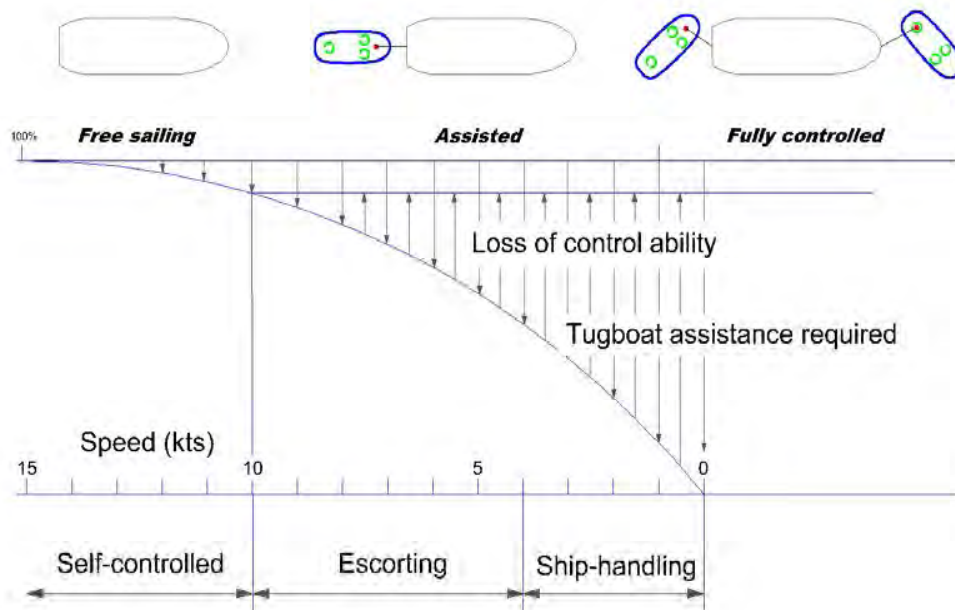
2.5 Pengawalan Kapal

Pengawalan kapal merupakan tugas besar bagi kapal tunda. Operasi ini menuntut adanya manuver yang sangat baik, daya tarik yang tinggi dan *steering* maupun *breaking force* yang besar. Sebelum beroperasi sebuah *Tug* harus diuji dalam kondisi nyata. Hal ini merupakan tes dengan skala penuh untuk menentukan kemampuannya dalam memandu. Umumnya kapal tunda menggunakan *propeller* dan *steering drive* yang mampu menyediakan dorongan maksimal sampai putaran 360 ° untuk digunakan pada operasi pengawalan. Biasanya kapal tunda ini dilengkapi dengan *Voith - Schneider vertical axis rotor* (VSP) atau azimuthing rudder propeller. Dua jenis yang paling sering digunakan adalah VWT Tugs dan ASD - Tugs (*Azimuth Stern Drive*). Ciri khas dari dua jenis kapal tunda ini adalah posisi pemasangan *propulsors*nya di haluan atau masing-masing di bagian buritan. Selain itu, bentuk lambung dari dua jenis kapal tunda ini sangat berbeda dan memiliki optimalisasi yang berbeda. Jenis kapal tunda yang digunakan yang tergantung pada persyaratan dari operator. Tidak hanya tekanan dari *propulsors* yang digunakan untuk memberikan tarikan yang maksimal namun gaya angkat dan gesek yang dihasilkan oleh lambung juga merupakan bagian yang sangat berpengaruh. Tujuannya adalah untuk mengubah tarikan pada posisi

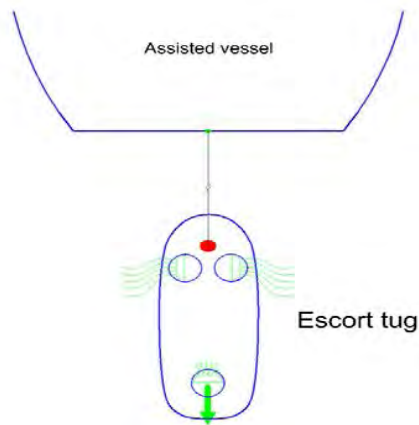
resistensi tertinggi di belakang kapal. Metode penambatan yang berbeda digambarkan sebagai berikut:

- *Indirect towing*
- *Reversed arrest*
- *Transverse arrest*

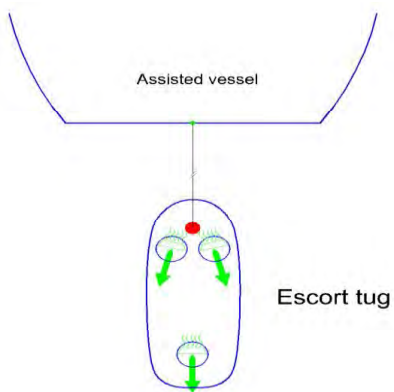
Metode yang cocok tergantung pada parameter yang berbeda : manuver dimaksudkan , reaksi kecepatan , perilaku lambung (*resistance* , kelincahan) , dorongan yang tersedia dan di kombinasikan dengan karakteristik mesin dan karakteristik baling-baling. Tujuan dari Pengawalan ini adalah untuk memberikan pengereman dan *steering* dengan kekuatan maksimal pada kecepatan mengawal, biasanya 4 sampai 10 knot.



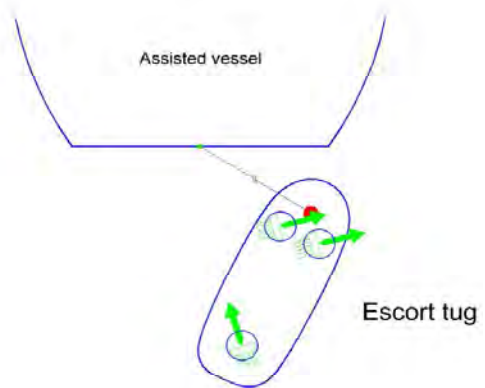
Gambar 2.6 *Tug boat Requirements*



Gambar 2.7 *Transverse arrest over the bow*



Gambar 2.8 *Reverse arrest over the bow*



Gambar 2.9 *Indirect arrest over the bow*

2.6 *Harbour Tug*

Dalam menjalankan tugas pengawalan kapal, sebuah *tug* mempunyai spesifikasi dan permintaan yang berbeda tergantung pada tempat pengoperasiannya. Ada dua jenis *tug* yang digunakan di dunia perkapalan, *seagoing ship* dan *harbour tug*. Dalam pengoperasian di terminal LNG, semua yang digunakan masuk dalam jenis *harbour tug*. Kapal ini memainkan peranan yang penting dalam penambatan *LNG tanker*. Pada umumnya operasi di terminal LNG merupakan operasi dengan daerah yang terbuka oleh angin, gelombang, dan arus laut. Dengan begitu *LNG tanker* yang membawa muatan berbahaya ini harus bisa ditambatkan dengan aman. Ada dua *harbour tug* yang umum digunakan di terminal LNG, yaitu ASD (*Azimuth Stern Drive*) dan VWT (*Voith Water Tractor*), namun seiring dengan berjalannya waktu kini muncul *harbour tug* yang merupakan kombinasi antara ASD dengan VWT, yaitu *Tractor Plus* yang dikembangkan oleh *Foss Maritime*, maupun *Rotor Tug* yang telah dikembangkan oleh *Kooren Shipyard*.

2.6.1 VWT (*Voith Water Tractor*)

Voith water tractor adalah sebuah *tug* yang sangat berbeda dengan tipe *tug* lainnya sebuah *tug* dengan konsep menarik dan unik, terdiri dari lambung kapal yang relatif datar, dua *Voith Schneider Propeller* (VSP), pelindung baling-baling dan fin. Kedua VSP, pelindung baling-baling dan fin merupakan elemen aktif hidrodinamis, mereka menciptakan gaya angkat hidrodinamik selama beroperasi. Selama tahap desain, sangat penting untuk memahami pengaruh dari masing-masing bagian pada perilaku tarikan, misalnya fin yang mempunyai pengaruh terhadap kekuatan kemudi, stabilitas dan perilaku *rolling* kapal, tetapi kemampuan memutar menurun. VWT dapat membantu kapal dengan aman melalui berbagai kecepatan. Fitur yang membedakan dari *Voith Water Tractor* adalah bahwa baling-baling yang terletak di bagian haluan, di mana mereka dilindungi oleh plat pelindung yang terintegrasi. *Voith Schneider Propeller* memiliki fasilitas kemudi unik dengan dorongan ke segala arah. Dasar dari sumbu putarnya adalah sumbu vertikal.



Gambar 2.10 *Voith water tractor*

2.6.2 ASD (*Azimuth Stern Drive*)

ASD *tug* merupakan *tug* dengan sistem propulsi yang berada dibelakang sama seperti kapal normal lain, namun dia dapat yang bergerak 360° . Propulsi utamanya terdiri dari dua unit azimuth propeller yang memiliki kort-nozzle namun dapat bergerak 360° sehingga kapal memiliki maneuver yang handal. Besarnya propeller *force* pada model hidrodinamik dihitung berdasarkan torsi pada empat kuadran dan kurva gaya dorong termasuk yang disebabkan oleh aliran yang masuk pada propeller. Sistem propulsi ini memberikan *turning circles* yang kecil dan penghentian kapal dengan jarak yang dekat.

Tug dengan propulsi ASD memiliki cara yang sama dengan *tug* konvensional dalam operasional tetapi memiliki olah gerak yang lebih baik yang mana bisa bergerak dengan gerakan zig-zag. *Tug* jenis ini bisa memiliki dua towing winch untuk melakukan towing, yaitu pada bagian haluan dan midship. ASD *tug* memiliki potensi yang sangat baik dalam melakukan operasi push-pull mode.

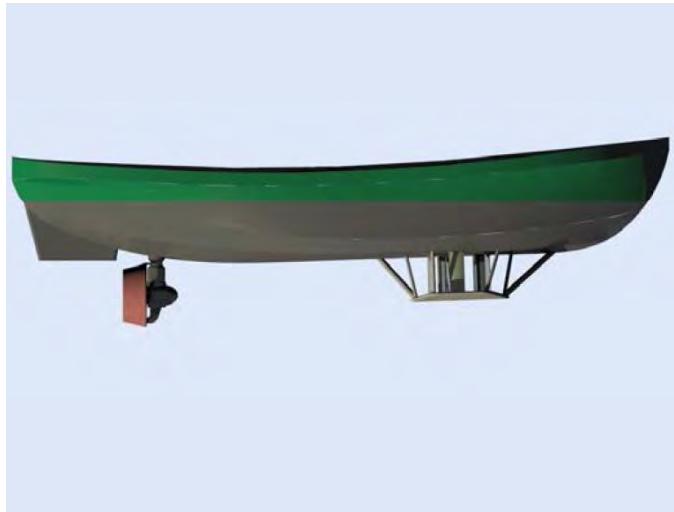
Untuk cara operasional menggunakan bagian midship, ASD *tug* memiliki cara yang sama dengan VWT namun resiko terjadi kecelakaan lebih tinggi karena dapat menyebabkan propeller terangkat dan mengurangi kemampuan maneuver kapal. Satu kelebihan ASD dari pada VWT adalah dia mempunyai daya tarik yang lebih besar pada tenaga mesin yang sama.



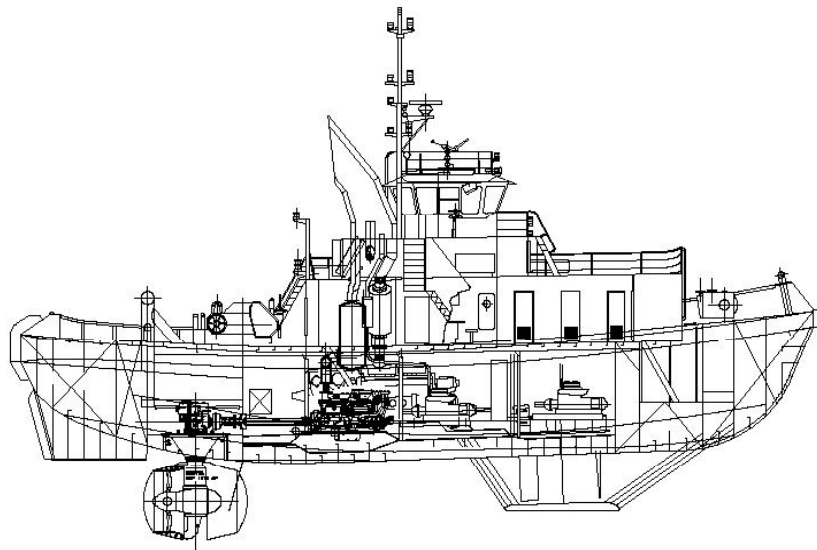
Gambar 2.11 Azimuth stern drive

2.6.3 Tractor Plus

Tractor plus merupakan *tug* dengan instalasi gabungan antara VWT dengan ASD. Tipe *tug* ini pertama kali diperkenalkan oleh perusahaan *foss maritime* amerika. Pada awalnya model tractor plus ini merupakan pengembangan dari VWT *tug*. *Tug* ini mempunyai dua *voith schneider propeller*, satu *azimuth stern drive thruster*, dan modifikasi skeg. Dengan sistem propulsi yang dimiliki tractor plus mampu menarik kapal dengan ukuran yang besar. Tractor plus juga mempunyai kekuatan tarikan yang besar pada bagian depan maupun belakang. Dengan adanya inovasi pada tractor plus ini terjadi peningkatan tarikan sebesar 53% pada bagian depan dan belakang dibandingkan *conventional tug*. Selain itu dengan memodifikasi sistem propulsif ini, terjadi peningkatan *side thrust* pada tractor plus sebesar 92%.



Gambar 2.12 Tractor plus 1



Gambar 2.13 Tractor plus 2

2.6.4 Rotor Tug

Rotor tug merupakan *harbour tug* dengan invosi dari ASD yang mana mempunyai tiga *Azimuth Propeller*. Tug ini mempunyai dua *Azimuth Propeller* pada bagian haluan dan satu *Azimuth Propeller* dibagian buritan. Dengan susunan propulsi yang dimilikinya, rotor tug

mempunyai manuver yang bagus dan bollard pull yang tinggi dari pada ASD dan VWT tug. Secara garis besar Rotor Tug mempunyai *performance* yang hampir sama dengan *Tractor Plus*, hanya saja jenis Propulsif yang dipakai berbeda. Rotor tug mempunyai keunggulan dalam hal bermanuver khususnya dalam hal mencapai kecepatan yang disyaratkan daripada *conventional tug* yaitu dapat mencapai kecepatan yang disyaratkan pada waktu memandu LNG tanker hanya dalam waktu 5 sampai 7 menit, sedangkan *conventional tug* memerlukan waktu lebih dari 10 menit untuk mencapai waktu yang disyaratkan. Selain itu dalam hal *bollard pull*, rotor tug juga mempunyai keunggulan yaitu tiga rotor tug dapat menyediakan tenaga tarikan yang sama besarnya dengan empat *conventional tug*.



Gambar 2.14 Rotor tug

2.7 Gas Alam

Gas alam (*natural gas*) adalah gas yang terkumpul di bawah tanah dengan berbagai macam komposisi, yang kandungan minyak bumi (*associated gas*) . Pada umumnya semua kandungan minyak bumi berkaitan dengan gas alam, dimana gas itu larut dalam dalam minyak mentah dan seringkali membentuk “cungkup gas” (*gas cap*) diatas kandungan minyak bumi tersebut. Tetapi ada juga pengumpulan gas alam yang lepas dari kandungan atau lading

minyak bumi (misalnya ladang gas Arun aceh, Sumatera dan lading gas Badak di Kalimantan timur) .

Gas alam adalah campuran hidrokarbon yang mempunyai daya tekan tinggi dan daya kembang besar, dengan berat jenis spesifik yang rendah dan secara alamiah terdapat dalam bentuk gas. Komponen gas-gas utama dari gas alam adalah : Methana(CH_4), Ethana (C_2H_6), Propana (C_3H_8), Iso butana (C_4H_{10}), Butana(buatana normal) C_4H_{10} , Pentana (C_5H_{12}) . Selain komponen-komponen tersebut gas alam juga mengandung nitrogen, helium, karbondioksida, dan karbon-karbon (seperti hidrogen sulfida, karbonil sulfida, merkaptan-merkaptan, asphaltina-asphaltina dan merkuri) . Gas alam sering juga disebut gas rawa, yang mana dia merupakan bahan bakar fosil berbentuk gas terutama banyak mengandung (CH_4) . ia dapat ditemukan di lading minyak, lading gas bumi, dan juga tambang batu bara. Ketika gas yang kaya dengan metana diproduksi melalui pembusukan oleh bakteri anaerobic dari bahan-bahan organik selain dari fosil, maka dari itu ia disebut bio gas. Sumber biogas dapat ditemukan di rawa-rawa, tempat pembuangan akhir sampah, serta penampungan kotoran manusia dan hewan. Berdasarkan tempat penyimpanan dan transportasi, gas bumi dibedakan menjadi 3 macam:

1. Transportasi melalui saluran pipa.
2. Transportasi dalam bentuk Liquefied Natural Gas (LNG) dengan LNG tanker untuk pengangkutan jarak jauh.
3. Transportasi dalam bentuk Compressed Natural Gas (CNG), baik didaratan dengan road tanker maupun dengan kapal tanker CNG di laut, transportasi ini dilakukan jika jarak menengah atau dekat.

2.7.1 Cairan Gas Alam (NGL)

Cairan gas alam (NGL) adalah hidrokarbon-hidrokarbon yang terdapat dalam kandungan (akumulasi) gas alam dalam bentuk cair dalam kondisi suhu dan tekanan yang tidak terlalu ekstrim. Propana, butana, dan pentane terdapat sebagai cairan gas alam dan diperoleh dengan proses pendinginan, penyulingan atau absorpsi. Heksan dengan tekanan uap yang relative rendah sering disebut kondensat atau bensin alam.

2.7.2 Petro Gas Cair (Elpiji, LPG-*Liquified Petroleum Gas*)

LPG adalah gas propan atau gas buatan atau campuran dari kedua gas tersebut. Hidrokarbon berbentuk gas yang lebih berat itu diproses menjadi cairan untuk memungkinkan

penampungan, pengangkutan dan mudah penanganannya. LPG diperjualbelikan dalam tabung seperti gas dalam botol. Dengan demikian elpiji adalah sumber energi panas yang penggunaannya luas sekali di daerah-daerah yang sulit dicapai, kalau penyalurannya melalui pipa. Digunakan sebagai penggerak mesin dan banyak digunakan dalam industri rumah tangga.

2.7.3 Gas Alam Cair (LNG)

LNG adalah gas alam (yaitu kebanyakan gas mentah) yang dicairkan untuk memungkinkan penampungan atau pengangkutannya. Proses pencairan tidaklah semudah pencairan LPG (elpiji), untuk mendapatkan LNG harus digunakan suhu yang rendah sekali - 162°C dan tekanan yang tinggi sekali. Setelah mengalami proses regasifikasi (kembali berbentuk gas) LNG digunakan untuk bahan bakar bagi industri, misalnya listrik dan mesin.

2.7.4 Gas Alam Terkompresi (CNG)

Gas alam terkompresi (*Compressed Natural Gas*) adalah alternative bahan bakar selain bensin atau solar. Bahan bakar ini dianggap lebih bersih bila dibandingkan dengan dua bahan bakar minyak karena emisi gas buangnya yang rendah dibanding bahan bakar minyak. CNG dibuat dengan melakukan kompresi metana (CH_4) yang diekstrak dari gas alam. CNG disimpan dan didistribusikan dalam bejana tekan, biasanya berbentuk silinder.

Idealnya, tekanan pada jaringan pipa gas adalah 11 bar, dan agar pengisian CNG bisa berlangsung secepat, diperlukan tekanan sebesar 200 bar, atau 197 atm (197 kali tekanan udara biasa). Dengan tekanan sebesar 200 bar, pengisian CNG setara dengan 130 liter premium yang dapat dilakukan dalam waktu 3-4 menit. Dengan tekanan sebesar 200 bar, tentunya penanganan CNG dilakukan dengan sangat hati-hati, yaitu dengan menggunakan tangki gas yang memenuhi persyaratan dan dipasang di bengkel yang direkomendasikan. Tangki CNG dibuat dengan menggunakan bahan-bahan khusus yang mampu membawa CNG dengan aman. Desain terbaru tangki CNG menggunakan lapisan aluminium dengan diperkuat oleh fiberglass. Karena CNG lebih ringan dari udara, kebocoran tidak menjadi terlalu beresiko bila sirkulasi udara terjaga dengan baik. Jika gas terbakar, mesh logam atau keramik akan mencegah tangki agar tidak meledak.

CNG kadang-kadang dianggap berbeda dengan LNG, walaupun keduanya sama-sama gas alam. Perbedaan utamanya terletak pada CNG yang berbentuk gas terkompresi sedangkan

LNG adalah gas dalam bentuk cair. CNG secara ekonomis lebih murah dalam produksi dan penyimpanan dibandingkan LNG yang membutuhkan pendinginan dan tangki kriogenik yang mahal. Akan tetapi CNG membutuhkan tempat penyimpanan yang lebih besar untuk sejumlah massa gas alam yang sama serta perlu tekanan yang sangat tinggi. Oleh karena itu pemasaran CNG lebih ekonomis untuk lokasi-lokasi yang dekat dengan sumber gas alam.

Beberapa keuntungan menggunakan CNG antara lain:

1. Kendaraan bertenaga CNG memiliki biaya pemeliharaan yang lebih rendah bila dibandingkan dengan kendaraan bertenaga bahan bakar fosil lain.
2. Sistem bahan bakar CNG ditutup rapat, yang mencegah kerugian tumpahan atau penguapan.
3. Sedikit polusi dan lebih efisien.

2.8 Bahan Bakar Gas

2.8.1 Mesin Berbahan Bakar Gas

Semakin mahalnya bahan bakar diesel memaksa berkembangnya teknologi dengan pemanfaatan gas alam. Alhasil mesin berbahan bakar gas sudah mulai ramai digunakan di dunia maritim. Jenis dari mesin berbahan gas ini masih dalam bentuk *dual fuel engine*. Keunggulan mesin ini memiliki dua mode, mode gas yang menggunakan bahan bakar gas sebagai bahan bakar utama dengan MDO/MFO sebagai bahan bakar injeksi yang tidak sampai 1%. Mode minyak dimana keseluruhan mesin menggunakan bahan bakar minyak (MDO/MFO). Bahan bakar minyak pada mesin ini lebih diutamakan sebagai alternatif bahan bakar apabila gas tidak dapat ditemukan saat kapal berlayar. Mesin *dual fuel* ini banyak ditemukan menggunakan sistem propulsi listrik, dimana propulsi listrik mempunyai kelebihan tersendiri yang dapat mengurangi besarnya *engine room*.

Dalam dunia maritim, perusahaan yang memproduksi mesin *dual fuel* ini masih sulit ditemukan. Hanya beberapa perusahaan besar yang telah memproduksi mesin ini antara lain Wartsila dan Rolls-Royce.

2.8.2 Tabung Bahan Bakar Gas

Penentuan tangki gas sebagai bahan bakar utama kapal bisa dalam bentuk kontainer, bentuk tangki ini seperti tangki bahan bakar pada umumnya. Bahan bakar gas juga dapat berupa LNG (*Liquied Natural Gas*) atau CNG (*Compressed Natural Gas*). Apabila ingin mendapatkan muatan sebesar LNG, butuh ukuran tangki yang besar untuk membawa muatan

CNG agar sama besarnya dengan LNG. Tetapi dalam dunia maritim, bahan bakar gas banyak yang menggunakan LNG dan bentuk tangki yang digunakan memiliki beberapa tipe. Tipe yang biasa digunakan adalah tipe C dan untuk saat ini sudah tidak jarang melihat tabung LNG tersebut berada pada rangka kontainer. Kontainer LNG digunakan untuk mengangkut LNG diseluruh dunia dengan kapal, kereta api atau jalan dan dianggap nilai terbaik di pasar.

2.9 Bahan Bakar Diesel

Bahan bakar diesel biasa juga disebut light oil atau solar, adalah suatu campuran dari hidrokarbon yang telah di distilasi setelah bensin dan minyak tanah dari minyak mentah pada temperatur 200°C sampai 340°C. Sebagian besar solar digunakan untuk menggerakkan mesin diesel. Bahan bakar diesel mempunyai sifat utama sebagai berikut:

1. Tidak berwarna atau sedikit kekuning-kuningan dan berbau.
2. Encer dan tidak menguap dibawah temperatur normal.
3. Mempunyai titik nyala tinggi (40° C-100° C).
4. Terbakar spontan pada 350° C, sedikit dibawah temperatur bensin yang terbakar sendiri sekitar 500° C.
5. Mempunyai berat jenis 0,82-0,86.
6. Menimbulkan panas yang besar (sekitar 10.500 kcal/kg).
7. Mempunyai kandungan sulfur lebih besar dibanding bensin.

2.9.1 Mesin Diesel

Mesin diesel merupakan mesin penyalan kompresi dimana udara dikompresi sampai pada temperatur tertentu dalam kondisi adiabatik kemudian bahan bakar dikabutkan beberapa derajat sebelum TMA, karena bahan bakar yang dikabutkan mempunyai titik nyala sendiri yang rendah, maka bahan bakar akan terbakar dengan sendirinya dan akan mendorong piston pada langkah ekspansi. Mesin diesel bekerja berdasarkan pada siklus diesel, yang mempunyai perbandingan kompresi antara 14:1 sampai 24:1 sehingga udara yang terkompresi dapat mencapai suhu kurang lebih 450°C (tergantung dari perbandingan kompresi dan merk mesin diesel) .Berbeda dengan siklus otto (kompresi 1:9) yang bekerja berdasarkan volume konstan penambahan panas pada mesin diesel yang bekerja pada tekanan yang konstan. Secara ideal efisiensi maksimum pada motor bakar dapat dicapai dengan menggabungkan prinsip kedua siklus tersebut, dimana motor bakar bekerja dengan pembakaran kompresi tetapi beroperasi

dengan siklus otto. Motor pembakaran kompresi akan bekerja semakin efisien pada kompresi yang tinggi dimana volume konstan dari siklus otto akan memberikan efisiensi yang lebih tinggi lagi pada kompresi tersebut.

Diesel bahan bakar ganda atau diesel dual fuel adalah mesin standart diesel yang ditambahkan bahan bakar lain pada masukan udaranya dan penyalaan bahan bakar dilakukan oleh semprotan solar yang disebut pilot fuel. Secara sederhana bahan bakar cair atau gas dapat dimasukkan dengan membuat lubang pada masukan udara (*intake manifold*) mesin diesel. Tergantung pada jenis bahan bakar yang ditambahkan, apabila jenis liquid/cair yang digunakan seperti ethanol atau methanol maka perlu dibuatkan karburator seperti pada mesin bensin atau dipompa dengan tekanan tertentu dan dikabutkan saat masuk ke saluran udara untuk mesin diesel. Sedangkan untuk bahan bakar gas tidak diperlukan lagi karburator karena bahan bakar gas sudah mempunyai tekanan sendiri.

2.10 Analytical Hierarchy Process (AHP)

2.10.1 Pengertian Analytical Hierarchy Process (AHP)

Metode AHP merupakan salah satu metode dari beberapa metode pemecahan masalah yang ada saat ini, metode ini didasarkan pada pengambilan suatu keputusan yang mana menggunakan dasar logika, intuisi, perasaan, pengalaman, emosi dan data untuk dioptimasi dalam suatu proses yang sistematis, serta mampu membandingkan secara berpasangan hal-hal yang tidak dapat diraba maupun yang dapat diraba, data kuantitatif maupun yang kualitatif. Metode AHP ini mulai dikembangkan oleh Thomas L. Saaty, seorang ahli matematika kelahiran Irak yang bekerja pada University of Pittsburgh di Amerika Serikat, pada awal tahun 1970-an.

Pada perkembangannya, AHP dapat memecahkan masalah kompleks atau tidak berkerangka dengan aspek atau kriteria yang cukup banyak. Kompleksitas ini disebabkan oleh struktur masalah yang belum jelas, ketidakpastian persepsi pengambilan keputusan, serta ketidakpastian tersedianya atau bahkan tidak ada sama sekali data statistik yang akurat. Adakalanya timbul masalah keputusan yang dirasakan dan diamati perlu diambil secepatnya, tetapi variasinya rumit sehingga datanya tidak mungkindapat dicatat secara numerik, hanya secara kualitatif saja yang dapat diukur, yaitu berdasarkan persepsi, penguasaan, dan intuisi, namun tidak menutup kemungkinan bahwa model-model lainnya ikut dipertimbangkan pada

saat proses pengambilan keputusan dengan pendekatan AHP, khususnya dalam memahami para pengambil keputusan individual pada saat proses penerapan pendekatan ini.

2.10.2 Landasan Aksiomatik dan Metode Dasar AHP

Analytical Hierarchy Process (AHP) mempunyai landasan aksiomatik yang terdiri dari :

1. *Reciprocal Comparison*

Matriks perbandingan berpasangan yang terbentuk harus bersifat berkebalikan. Misalnya, jika A adalah k kali lebih penting daripada B maka B adalah $1/k$ kali lebih penting daripada A.

2. *Homogeneity*

Kesamaan dalam melakukan perbandingan. Misalnya, tidak dimungkinkan membandingkan jeruk dengan bola tenis dalam hal rasa, akan lebih relevan jika membandingkan hal berat.

3. *Dependence*

Setiap jenjang (*level*) mempunyai kaitan (*complete hierarchy*) walaupun mungkin saja terjadi hubungan yang tidak sempurna (*incomplete hierarchy*)

4. *Expectation*

Menonjolkan penilaian yang bersifat ekspektasi dan persepsi dari pengambil keputusan. Jadi yang diutamakan bukanlah rasionalitas, tetapi dapat juga yang bersifat irrasional.

Selain hal tersebut AHP juga memiliki metode-metode dasar yakni ;

1. Dekomposisi (*Decomposition*)

Pengertian dekomposisi adalah memecah atau membagi problem ke dalam bentuk hierarki proses pengambilan keputusan, dimana setiap unsur saling berhubungan. Struktur hierarki keputusan tersebut dapat dikategorikan sebagai *complete* dan *incomplete*. Suatu hierarki keputusan disebut *complete* jika semua unsur saling berhubungan, sementara itu hierarki keputusan yang *incomplete* mempunyai arti tidak semua unsur pada masing-masing jenjang. Pada umumnya problem nyata mempunyai karakteristik struktur yang *incomplete*.

2. Penilaian Komparasi (*Comparative Judgement*)

Comparative judgement dilakukan dengan mengumpulkan data serta membuat *pair-wise comparisons* dari unsur-unsur pengambil keputusan dengan menggunakan skala, dimulai dari skala 1 yang menunjukkan tingkatan yang paling rendah (*equal*

importance) sampai skala 9 yang menunjukkan tingkatan yang paling tinggi (*extreme importance*).

3. Penentuan prioritas (*Syntesis of Priority*)

Hal ini dilakukan dengan menggunakan *eigenvector method* untuk mendapatkan bobot relatif bagi unsur-unsur pengambilan keputusan.

4. Konsistensi Logis (*Logycal Consistency*)

Logical consistency merupakan karakteristik penting AHP. Hal ini dicapai dengan mengagregasikan seluruh *eigenvector* yang diperoleh dari berbagai tingkatan hierarki, sehingga diperoleh *vector composite* tertimbang yang menghasilkan urutan pengambilan keputusan dalam hal ini adalah pengambilan keputusan dalam penentuan nilai pembobotan (*weighing value*).

2.11 Penentuan Faktor Pembobotan dengan AHP

AHP merupakan sistem pembuat keputusan dengan menggunakan model matematis. AHP membantu dalam menentukan dalam menentukan prioritas dari beberapa kriteria dengan melakukan analisa perbandingan berpasangan dari masing-masing kriteria. Dalam sistem pengelolaan kinerja yang dimaksud dengan kriteria tersebut adalah *Key Performance Indicator (KPI)*.

Salah satu kesulitan pada awal implementasi sistem pengelolaan kinerja adalah menentukan bobot masing-masing KPI. Untuk melakukan pembobotan bisa dilakukan dengan dua cara yaitu dengan pembobotan secara langsung (*direct weighting*) atau menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.

2.12 Tahapan Penggunaan AHP

Dalam metode AHP dilakukan langkah-langkah sebagai berikut (Kadarsyah Suryadi dan Ali Ramdhani, 1998) :

a. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.

Dalam tahap ini kita berusaha menentukan masalah yang akan kita pecahkan secara jelas, detail dan mudah dipahami. Dari masalah yang ada kita coba tentukan solusi yang mungkin cocok bagi masalah tersebut. Solusi dari masalah mungkin berjumlah lebih dari satu. Solusi tersebut nantinya kita kembangkan lebih lanjut dalam tahap berikutnya.

b. Membuat struktur hierarki yang diawali dengan tujuan utama.

Setelah menyusun tujuan utama sebagai level teratas akan disusun level hirarki yang berada di bawahnya yaitu kriteria-kriteria yang cocok untuk mempertimbangkan atau menilai alternatif yang kita berikan dan menentukan alternatif tersebut. Tiap kriteria mempunyai intensitas yang berbeda-beda. Hirarki dilanjutkan dengan subkriteria (jika mungkin diperlukan).

c. Membuat matrik perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya.

Matriks yang digunakan bersifat sederhana, memiliki kedudukan kuat untuk kerangka konsistensi, mendapatkan informasi lain yang mungkin dibutuhkan dengan semua perbandingan yang mungkin dan mampu menganalisis kepekaan prioritas secara keseluruhan untuk perubahan pertimbangan. Pendekatan dengan matriks mencerminkan aspek ganda dalam prioritas yaitu mendominasi dan didominasi. Perbandingan dilakukan berdasarkan judgment dari pengambil keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya. Untuk memulai proses perbandingan berpasangan dipilih sebuah kriteria dari level paling atas hirarki misalnya K dan kemudian dari level di bawahnya diambil elemen yang akan dibandingkan misalnya E1,E2,E3,E4,E5.

d. Melakukan Mendefinisikan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh jumlah penilaian seluruhnya sebanyak $n \times [(n-1)/2]$ buah, dengan n adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.

Hasil perbandingan dari masing-masing elemen akan berupa angka dari 1 sampai 9 yang menunjukkan perbandingan tingkat kepentingan suatu elemen. Apabila suatu elemen dalam matriks dibandingkan dengan dirinya sendiri maka hasil perbandingan diberi nilai 1. Skala 9 telah terbukti dapat diterima dan bisa membedakan intensitas antar elemen. Hasil perbandingan tersebut diisikan pada sel yang bersesuaian dengan elemen yang dibandingkan. Skala perbandingan perbandingan berpasangan dan maknanya yang diperkenalkan oleh Saaty bisa dilihat di bawah. Intensitas Kepentingan

1 = Kedua elemen sama pentingnya, Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar

3 = Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya, Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya

5 = Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya, Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya

7 = Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya, Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktek.

9 = Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya, Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan.

2,4,6,8 = Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan, Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi di antara 2 pilihan Kebalikan = Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibanding dengan aktivitas j , maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i .

e. Menghitung nilai eigen dan menguji konsistensinya.

Jika tidak konsisten maka pengambilan data diulangi.

f. Mengulangi langkah 3,4, dan 5 untuk seluruh tingkat hirarki.

g. Menghitung vektor eigen dari setiap matriks perbandingan berpasangan

Merupakan bobot setiap elemen untuk penentuan prioritas elemen-elemen pada tingkat hirarki terendah sampai mencapai tujuan. Penghitungan dilakukan lewat cara menjumlahkan nilai setiap kolom dari matriks, membagi setiap nilai dari kolom dengan total kolom yang bersangkutan untuk memperoleh normalisasi matriks, dan menjumlahkan nilai-nilai dari setiap baris dan membaginya dengan jumlah elemen untuk mendapatkan rata-rata.

h. Memeriksa konsistensi hirarki.

Yang diukur dalam AHP adalah rasio konsistensi dengan melihat index konsistensi. Konsistensi yang diharapkan adalah yang mendekati sempurna agar menghasilkan keputusan yang mendekati valid. Walaupun sulit untuk mencapai yang sempurna, rasio konsistensi diharapkan kurang dari atau sama dengan 10 %.

2.13 Konsistensi Logis

Semua elemen dikelompokkan secara logis dan diperingkatkan secara konsisten sesuai dengan suatu kriteria yang logis. Matriks bobot yang diperoleh dari hasil perbandingan secara berpasangan tersebut harus mempunyai hubungan kardinal dan ordinal. Hubungan tersebut dapat ditunjukkan sebagai berikut (Suryadi dan Ramdhani, 1998) :

Hubungan kardinal : $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$

Hubungan ordinal : $A_j < A_i, A_k < A_j$, maka $A_k < A_i$

Hubungan diatas dapat dilihat dari dua hak sebagai berikut:

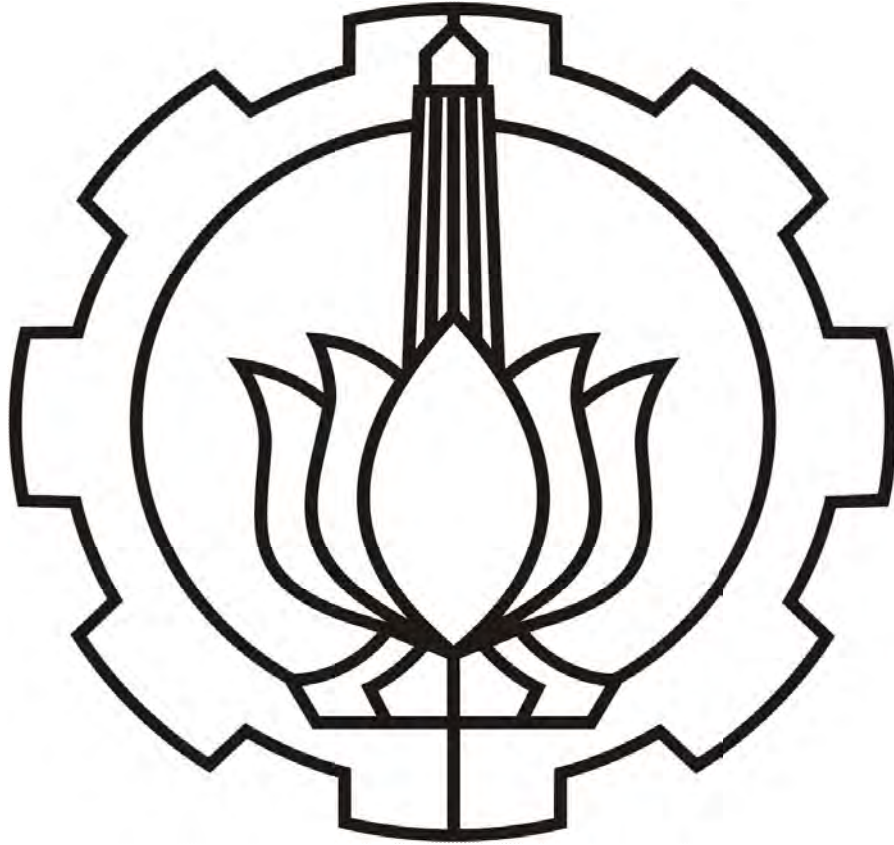
- a. Dengan melihat preferensi multiplikatif, misalnya bila anggur lebih enak empat kali dari mangga dan mangga lebih enak dua kali dari pisang maka anggur lebih enak delapan kali daripada pisang,
- b. Dengan melihat preferensi transitif, misalnya anggur lebih enak dari mangga dan mangga lebih enak dari pisang maka anggur lebih enak dari pisang.

Pada keadaan sebenarnya akan terjadi beberapa penyimpangan dari hubungan tersebut, sehingga matriks tersebut tidak konsisten sempurna. Hal ini terjadi karena ketidakkonsistenan dalam preferensi seseorang. Penghitungan konsistensi logis dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Mengalikan matriks dengan prioritas bersesuaian,
- b. Menjumlahkan hasil perkalian per baris,
- c. Hasil penjumlahan tiap baris dibagi prioritas bersangkutan dan hasilnya dijumlahkan,
- d. Hasil c dibagi jumlah elemen aka didapatkan λ maks,
- e. Indeks konsistensi $(CI) = (\lambda \text{ maks} - n)/(n-1)$
- f. Rasio konsistensi = CI/RI , dimana RI adalah indeks random konsistensi. Jika rasio konsistensi ≤ 0.1 , hasil perhitungan dapat dibenarkan.

Tabel 2.1 Ukuran matriks dan nilai RI

Ukuran Matriks	Nilai RI
1,2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,57
15	1,59

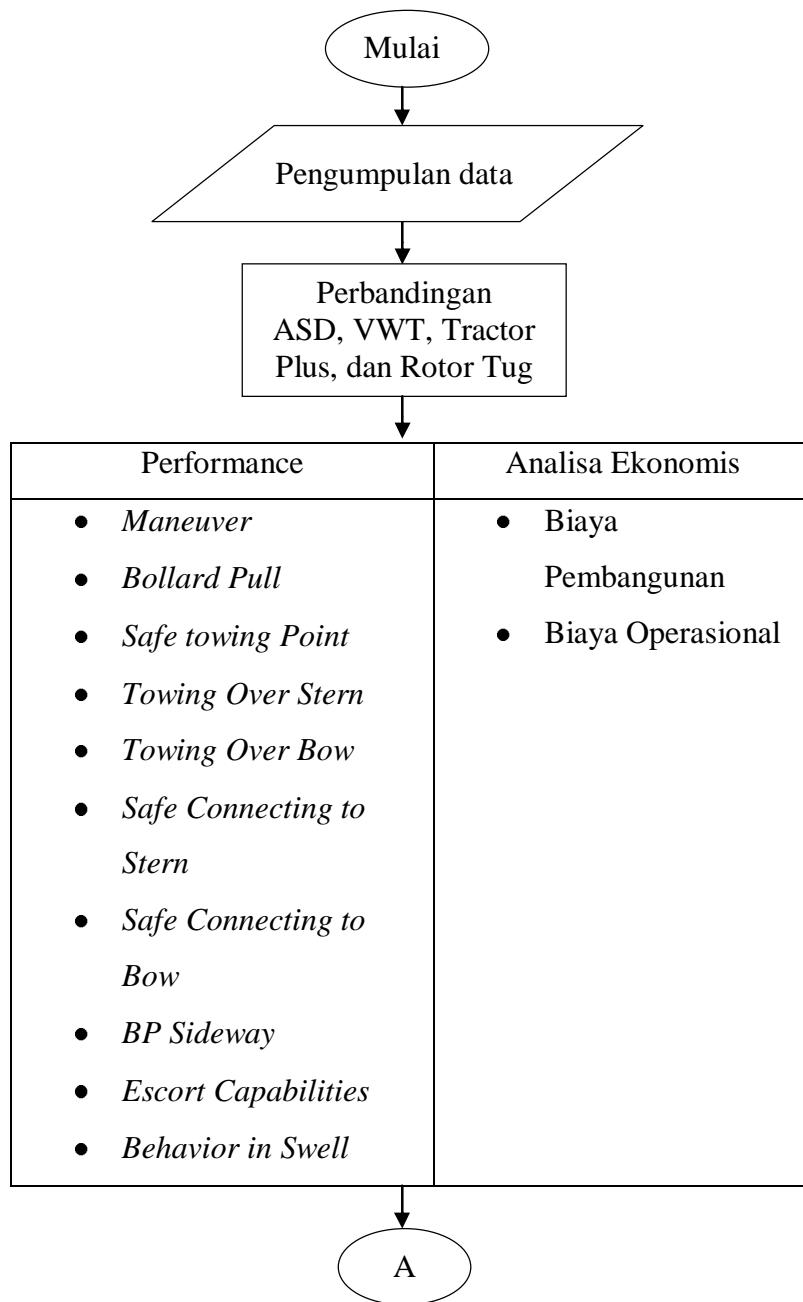


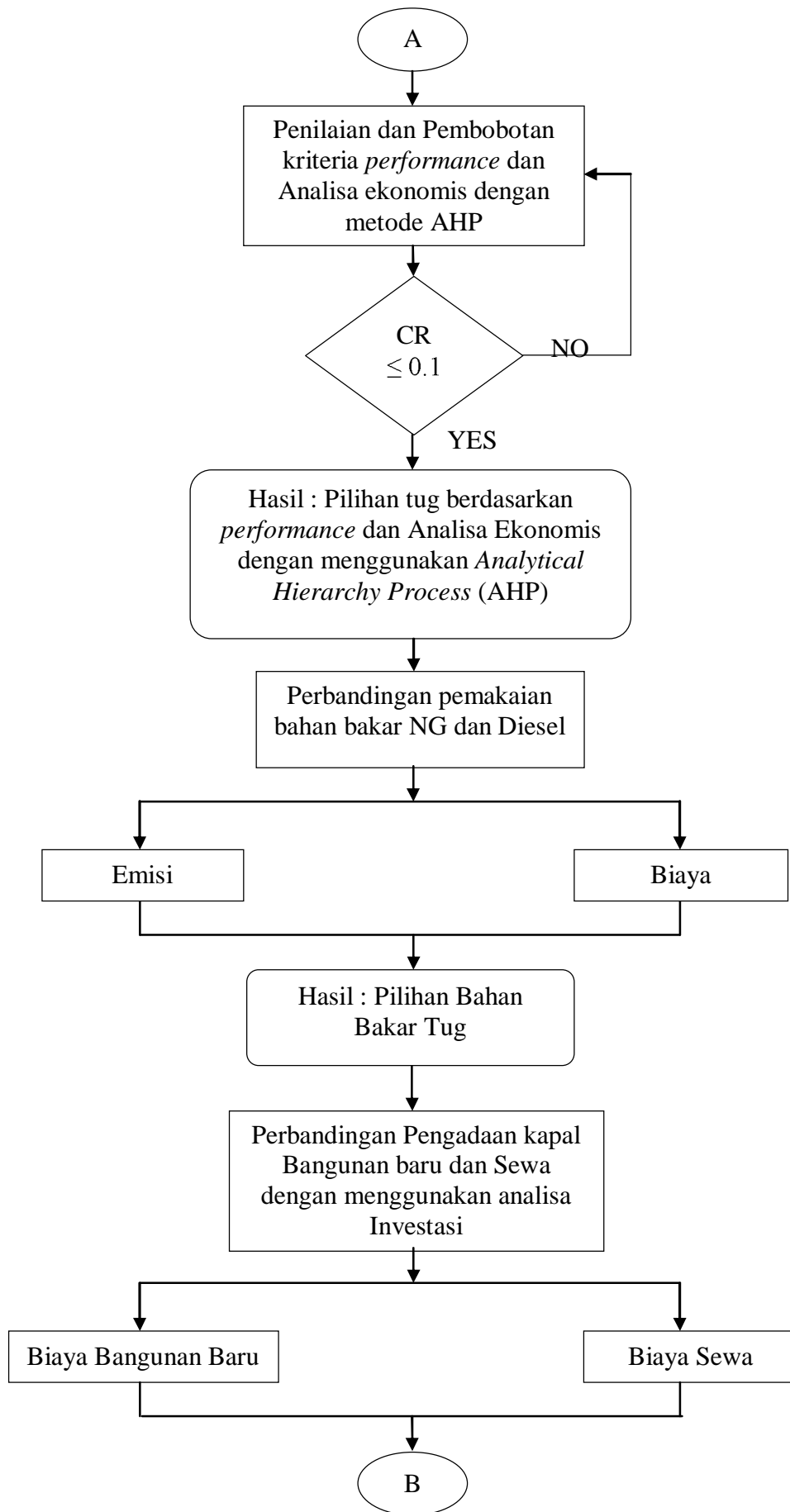
BAB 3

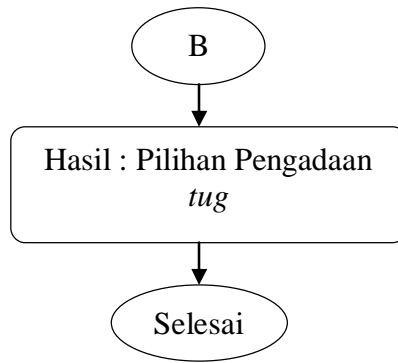
METODELOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum

Pada bab ini akan diuraikan beberapa kegiatan yang dilakukan dalam penelitian dari awal (pengumpulan data) sampai akhir pembahasan dengan didapatkannya kesimpulan beserta metode pemecahan yang dipakai dalam tugas akhir ini. Berikut langkah-langkah pengerjaan tugas akhir ini dalam bentuk *flow chart* yang terlihat pada gambar 3.1 *flow chart*







Gambar 3.1 *Flow chart*

3.2 Tahap Pengumpulan Data

Untuk mengadakan penelitian dibutuhkan proses pengumpulan data yang nantinya akan digunakan untuk analisa penelitian. Data yang dihasilkan diperoleh dari *literature*, *paper*, dan jurnal.

3.3 Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data terdiri dari dua tipe yaitu studi komparatif dan parametrik. Berikut penjelasan dari tahap-tahap tersebut :

1. Setelah mengumpulkan data dari berbagai sumber kemudian data tersebut diolah sehingga terlihat perbedaan antara beberapa jenis tug boat yang akan digunakan PT Badak tersebut dalam beberapa tolok ukur antara lain :
 - *Maneuver* dalam pengoperasian tug berdasarkan simulasi maneuver yang sudah dilakukan pada percobaan sebelumnya yang mana telah tercantum pada tugas akhir Thomas (2011). *Maneuver* menjadi salah satu dasar pemilihan karena dengan mengetahui kemampuan maneuver dapat diketahui efisiensi kerja tug saat melakukan berthing/unberthing dengan aman .
 - *Bollard pull* menggunakan data tug yang sudah diregresi maupun hasil-hasil penelitian pada jurnal . *Bollard pull* menjadi salah satu dasar pemilihan karena bollard pull menjadi salah satu ciri sebuah tug yang mana juga menggambarkan sejauh mana tug bisa digunakan untuk menarik atau mendorong kapal LNG tanker.
 - *Safe towing point* menggunakan data hasil penelitian yang sebelumnya dilakukan. *Safe towing point* merupakan titik aman dimana tali yang digunakan untuk menarik kapal LNG tanker diletakkan. Pada waktu melakukan towing,

peletakan tali untuk towing ini merupakan hal yang penting karena menyangkut dengan *performance* tug pada waktu beroperasi.

- *Towing over stern* menggunakan data yang sudah ada pada jurnal maupun literatur lainnya. *Towing over stern* merupakan istilah dimana seberapa baik sebuah tug menggunakan bagian belakangnya untuk melakukan *towing*. *Towing over stern* dipertimbangkan karena sangat mempengaruhi *performance* tug pada waktu menambat kapal LNG tanker.
- *Towing over bow* menggunakan data yang sudah ada pada jurnal atau literatur lainnya. Seperti halnya *towing over stern*, *towing over bow* merupakan istilah dimana seberapa baik sebuah tug melakukan *towing* menggunakan bagian depannya. Hal ini dipertimbangkan karena sangat mempengaruhi *performance* tug pada waktu menambat kapal LNG tanker.
- *Safe connecting to stern* menggunakan data yang sudah ada pada jurnal atau literatur lainnya. *Safe connecting to stern* merupakan istilah seberapa aman apabila peralatan towing di koneksikan pada bagian belakang tug, pertimbangan ini dipakai dikarenakan setiap tug mempunyai bagian belakang yang kemampuan koneksi dengan peralatan tambat berbeda-beda.
- *Safe connecting to bow* menggunakan data yang sudah ada pada jurnal atau literatur lainnya. *Safe connecting to bow* merupakan istilah seberapa aman apabila peralatan towing di koneksikan pada bagian depan tug, pertimbangan ini dipakai dikarenakan setiap tug mempunyai bagian depan yang kemampuan koneksi dengan peralatan tambat berbeda-beda.
- Biaya total pembangunan dihitung menggunakan metode work breakdown structure , bertujuan untuk mengetahui perbandingan estimasi biaya yang akan dikeluarkan untuk membangun sebuah *tug*..
- Biaya operasional dihitung menggunakan metode work breakdown structure. Bertujuan untuk mengetahui perbandingan estimasi biaya operasional yang akan dikeluarkan untuk mengoperasikan sebuah tug.

3.4 Pemilihan dengan Menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) (Saaty, T.L, 1990) ,merupakan metode pemilihan alternative-alternatif dengan melakukan penilaian komparatif berpasangan

sederhana yang digunakan untuk mengembangkan prioritas-prioritas secara keseluruhan berdasarkan ranking.

Yang perlu dilakukan saat melakukan analisa AHP (Saaty, T.L. 1990), yaitu :

1. Menentukan tujuan AHP secara keseluruhan. Tujuan AHP penelitian ini adalah melakukan pemilihan jenis tug yang tepat untuk membantu pengoperasian LNG tanker.
2. Menentukan actor yang berperan dalam pengambilan keputusan (*Decision Making*) . Actor yang berperan dalam pengambilan ini adalah *owner adjudgement* yang diwakili oleh penulis.
3. Menentukan kriteria yang perlu dipertimbangkan untuk mencapai tujuan (goal) . Kriteria yang dipertimbangkan adalah Performance, jenis bahan bakar, dan Pengadaan kapal.
4. Menentukan sub-kriteria yang berada di tingkat bawah setelah kriteria.
5. Menentukan alternative yang digunakan untuk mencapai tujuan yaitu VWT, ASD, atau Tractor Plus.
6. Melakukan variasi nilai perbandingan berpasangan pada tingkat kriteria.
7. Melakukan perbandingan berpasangan pada tingkat sub-kriteria menggunakan adjustment berdasarkan data yang diperoleh.
8. Melakukan perbandingan pada setiap alternative menggunakan bobot yang didapat dari perbandingan.
9. Melakukan perhitungan AHP

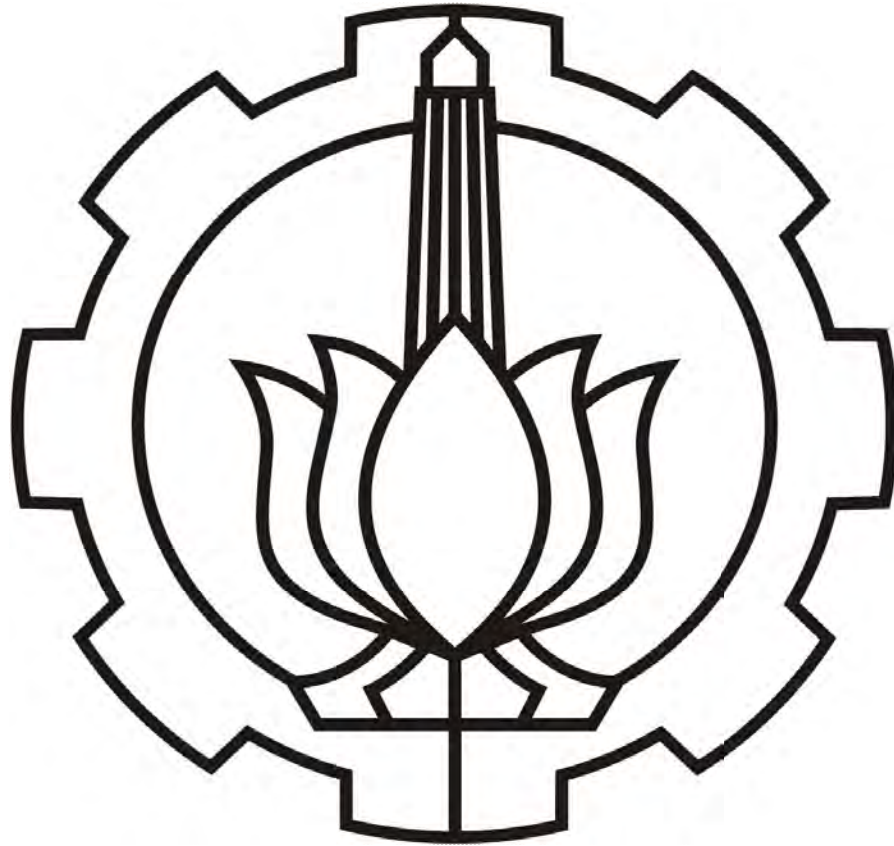
3.5 Analisa Pemilihan Bahan Bakar

Pada analisa ini akan dijelaskan mengenai kandungan emisi dan harga dari masing-masing pilihan bahan bakar berdasarkan data yang didapat dari literatur. Hasil analisa ini nantinya akan digunakan sebagai bahan dasar pertimbangan pemilihan bahan bakar yang mana akan dapat menguntungkan perusahaan secara finansial kedepannya serta mengurangi dampak perusakan lingkungan. Pada analisa ini akan di skenariokan escort *tug* bekerja selama 3 jam dalam sehari dan selanjutnya akan dihitung konsumsi bahan bakar dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Konsumsi bahan bakar (ltr/hr)} = [\text{Engine Size (KW)} \times \text{SFOC (g/kW.hr)}] / \text{Density (g/m}^3\text{)} \quad (3.1)$$

3.6 Analisa Pemilihan Pengadaan Kapal

Pada analisa ini akan dijelaskan mengenai pertimbangan pemilihan pengadaan kapal antara bangunan baru dan sewa dari segi investasi. Nantinya akan dipilih cara pengadaan yang paling menguntungkan secara jangka panjang serta mempunyai resiko yang terkecil terhadap keberlangsungan perekonomian di perusahaan apabila cara pengadaan yang terpilih diterapkan. Pada analisa investasi pengeluaran diperoleh dari biaya awal pinjaman ke bank ditambah dengan biaya operasional kapal. Sedangkan biaya pemasukan diperoleh dari biaya sewa kapal.



BAB 4

ANALISA PERFORMANCE KAPAL

4.1 Gambaran Umum

Pada bab ini akan dijelaskan bagaimana *performance* dari masing-masing tipe *harbour tug*. Performance ini terdiri dari *maneuver, bollard pull, safe towing point, towing over stern, towing over bow, safe connecting to stern, safe connecting to bow, BP sideway, escort capabilitie*, dan *behavior in swell*. Data *performance* ini diperoleh dari analisis data dan studi literatur.

4.2 Performance

4.2.1 Maneuver

Maneuvering kapal adalah kemampuan kapal untuk mempertahankan posisinya dibawah kendali operator kapal. Kemampuan ini tentu akan sangat menentukan keselamatan dan efisiensi kapal dalam pelayarannya terutama pada daerah pelayaran yang sempit seperti di sungai, waduk, danau, rawa dan di daerah pelabuhan. Oleh karena itu kemampuan ini jelas merupakan aspek penting juga dalam hal perancangan kapal (ship design) selain olah gerak diantaranya *heaving*, *pitching* dan *rolling*.

Pada kapal *harbour tug*, prediksi *maneuvering* kapal yang akurat sangat diperlukan. Karena kapal ini akan beroperasi didaerah yang terbatas dan harus megendalikan LNG tanker dengan ukuran yang besar.

4.2.1.1 Perbandingan Maneuver

Dalam melakukan uji perbandingan *maneuver* antara ke empat tipe harbour tug ini sulit sekali untuk mendapatkan jenis data yang sama dalam satu percobaan. Untuk itu dalam tugas akhir ini akan di input dari berbagai data maupun *literature* khususnya dari jurnal yang mendukung perihal *maneuver* dan akan dianalisa pada tahap berikutnya.

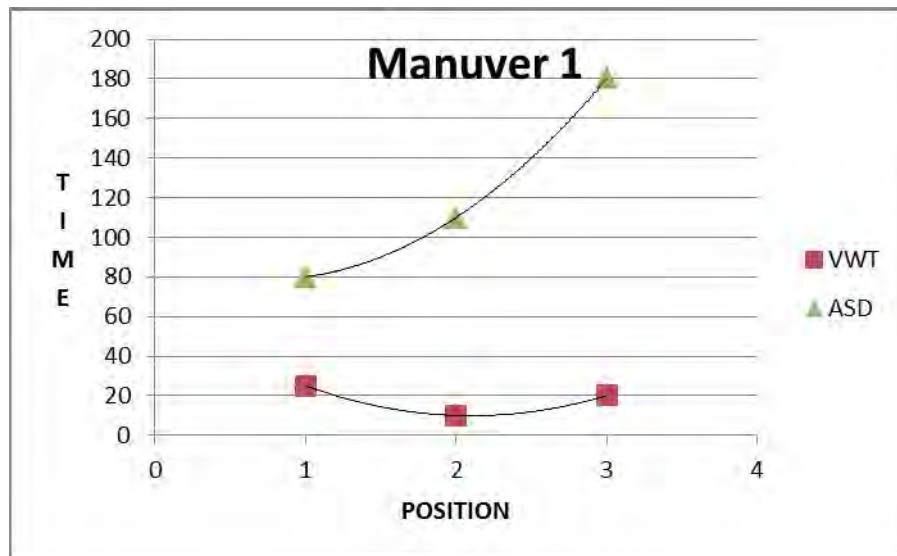
Dalam perbandingan maneuver ini data diperoleh dari Tugas Akhir Tomas, 2011 yang membandingkan antara ASD tug dengan VWT tug. Data tersebut merupakan data simulasi tug yang dilakukan oleh FORCE *Technology* di terminal LNG Adriatic pada tahun 2005. Berdasarkan simulasi tersebut kontak antara tug dengan LNG tanker harus sekecil mungkin, simulasi tug tersebut dilakukan pada tiga jenis maneuver antara lain :

1. Simulasi pertama ini dilakukan langkah maneuver tug dari posisi sejajar ke posisi yang tegak lurus dengan sisi lambung LNG tanker , pada waktu kecepatan 0 knot. Dari simulasi tersebut muncul hasil waktu yang ditempuh ASD dan VWT dalam melakukan *maneuver*. Waktu yang dibutuhkan oleh ASD dan VWT terlihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Waktu yang dibutuhkan ASD dan VWT pada maneuver 1

TUG	ASD 1	ASD 2	ASD 3	VWT 1	VWT 2	VWT 3
TIME	80	110	180	25	10	20

Dari tabel diatas dibuat grafik perbandingan waktu manuver antara ASD dan VWT seperti grafik dibawah ini



Gambar 4.1 Grafik manuver 1

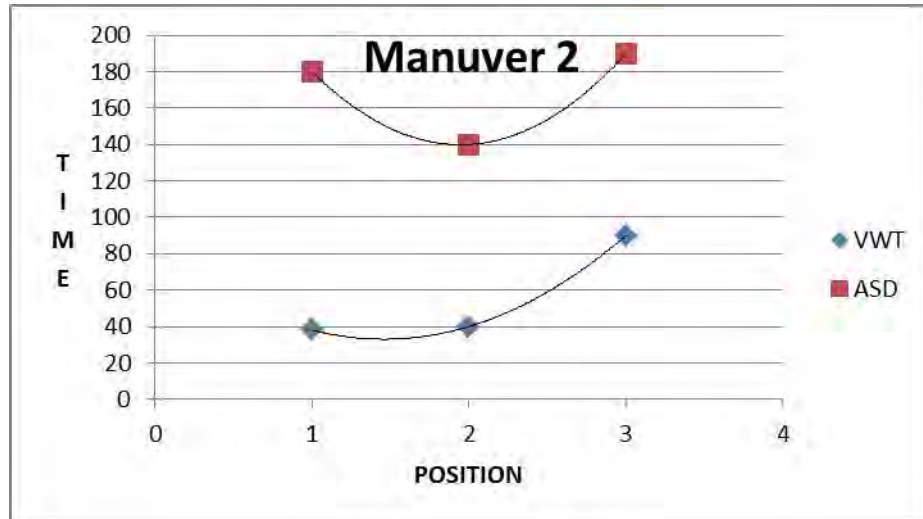
Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa ASD membutuhkan waktu yang lebih lama daripada VWT dalam hal bermanuver seperti manuver pertama. Hal ini dikarenakan jenis propulsi dan letak propulsi VWT, VWT mempunyai dua Voith Schneider yang berputar dengan kecepatan tinggi kesegala arah dan letaknya berada pada 0.3 x LOA selain itu karena letak propulsinya berada pada 0.3 x LOA maka dalam melakukan perputaran hanya memerlukan luasan yang kecil sehingga tidak memerlukan waktu yang banyak. Berbeda dengan ASD yang letak propulsinya berada di belakang, dalam melakukan perputaran seperti manuver pertama membutuhkan luasan yang besar sehingga memakan banyak waktu (Thomas, 2011) .

2. Simulasi kedua dilakukan manuver tug dengan perubahan posisi dari fore port side menuju aft port side. Simulasi ini menunjukkan perbedaan waktu antara ASD dan VWT, hal tersebut terlihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Waktu yang dibutuhkan ASD dan VWT pada manuver 2

TUG	ASD 1	ASD 2	ASD 3	VWT 1	VWT 2	VWT 3
TIME	180	140	190	38	40	90

Dari tabel diatas dibuat grafik perbandingan waktu manuver antara ASD dan VWT seperti grafik dibawah ini,



Gambar 4.2 Grafik manuver 2

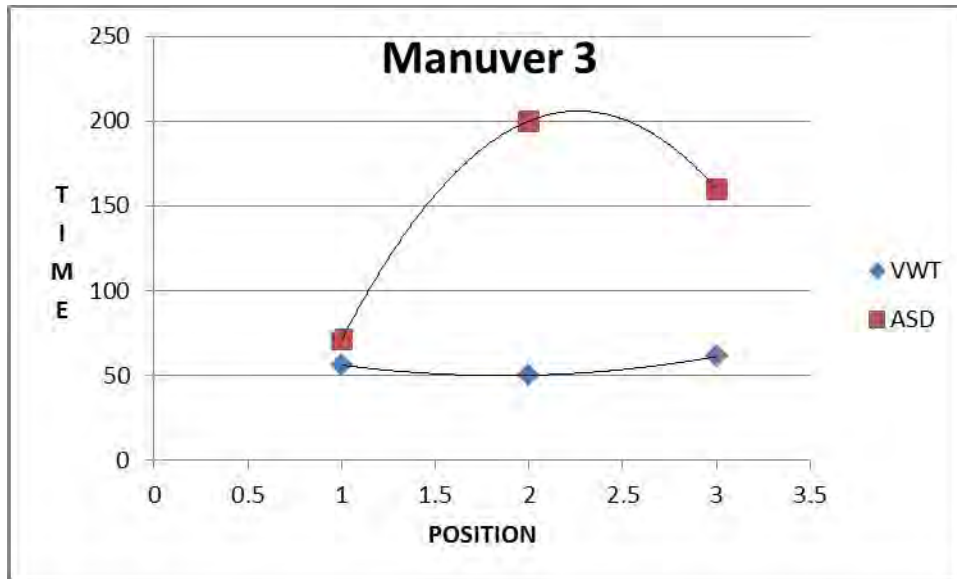
Dari grafik diatas, pada manuver kedua VWT melakukan manuver lebih cepat dari pada ASD, seperti halnya pada manuver pertama, VWT mempunyai sistem yang lebih baik dalam bermanuver karena mempunyai propulsor yang dapat berputar dengan cepat dalam segala arah.

3. Simulasi ketiga ini dilakukan manuver dari posisi tug 45° ke arah starboard menuju 45° arah portside di bagian belakang LNG tanker. Simulasi ini menunjukkan perbedaan waktu antara ASD dan VWT, hal tersebut terlihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Waktu yang dibutuhkan ASD dan VWT pada manuver 3

TUG	ASD 1	ASD 2	ASD 3	VWT 1	VWT 2	VWT 3
TIME	71	200	160	56	50	61

Dari tabel diatas dibuat grafik perbandingan waktu manuver antara ASD dan VWT seperti grafik dibawah ini,



Gambar 4.3 *maneuver 3*

Penelitian lain mengenai performance dari harbour tug yang dilakukan oleh Foss Maritime Company, perusahaan tersebut melakukan modifikasi antara ASD tug dengan VWT tug, yaitu dengan menggabungkan dua tipe tug ini dalam satu kapal yang mereka namai Tractor Plus. Dari pengujian yang dilakukan oleh FORCE technology, dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam hal manuver Voith Water Tractor lebih unggul daripada Azimuth Stern Drive. Hal tersebut dapat dilihat pada beberapa posisi pengujian yang mana VWT membutuhkan waktu yang lebih kecil daripada ASD.

Pada pengujian lainnya yang dilakukan Foss Maritime Company ditemani oleh American Bureau of Shipping, menghasilkan hasil yang memuaskan yaitu Tractor Plus mengalami peningkatan maneuverability dibandingkan VWT dan ASD pada semua simulasi manuver (Foss Maritime *result*). Begitu pula dengan Rotor tug dengan propulsi yang ada di depan sama belakang sangat memungkinkan untuk melakukan manuver dengan lebih cepat sama seperti halnya tractor plus. Hal ini menunjukkan bahwa Tractor Plus dan Rotor tug lebih unggul daripada ASD maupun VWT dalam hal manuver.

4.2.2 *Bollard Pull*

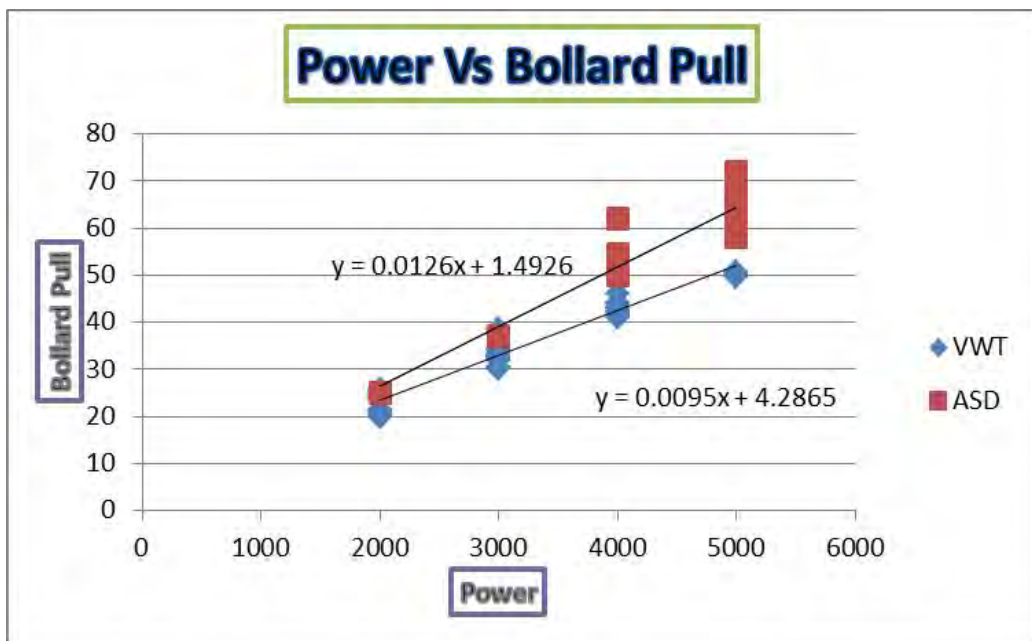
Bollard pull merupakan istilah yang dipakai untuk menunjukkan kemampuan tarik sebuah *tug* ketika beroperasi pada input maksimum daya mesin (Dr C.B. Barras, 2004:92). Dalam sebuah operasi *tug*, *bollard pull* merupakan hal yang sangat penting. Karena

keselamatan dan keamanan dari sebuah kapal yang ditarik juga dipengaruhi oleh besar kecilnya *bollard pull* kapal penarik.

4.2.2.1 Perbandingan *Bollard Pull*

Dalam melakukan uji perbandingan *bollard pull*, dasar yang dipakai adalah data regresi dari beberapa ukuran kapal yang sudah ada yaitu data ukuran ASD, VWT, Tractor Plus, dan Rotor Tug selain itu penilaian juga dilakukan dengan dasar studi literatur. Sebelumnya perlu diketahui bahwa requirement *power* berkisar antara 4000 BHP sampai 5000 BHP. Namun pada penelitian kali ini besarnya *power* yang dipilih adalah 4700 BHP dikarenakan nilai ini bisa mewakili beberapa pilihan *tug* yang tersedia.

Berikut gambar grafik beserta persamaan hasil regresi antara *power* dengan *bollard pull* pada kapal VWT dan ASD.



Gambar 4.4 Grafik regresi linier power vs bollard pull

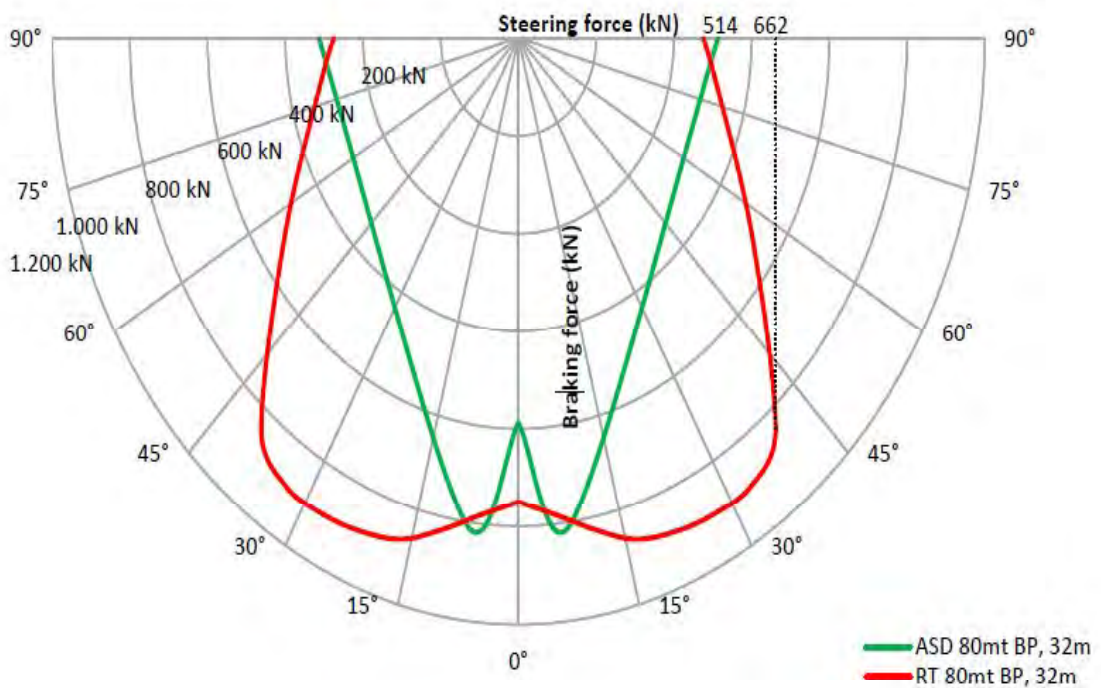
Dari grafik linier diatas maka dapat diturunkan persamaan sebagai berikut :

- Pada VWT tug : $y = 0.0095x + 4.2865$
- Pada ASD tug : $y = 0.0126x + 1.4926$

Sehingga apabila dimasukkan fungsi *power* sebesar 4700 BHP maka besar *bollard pull* yang dihasilkan pada VWT sebesar 48.9 ton sedangkan ASD sebesar 60.7 ton. Dari sini

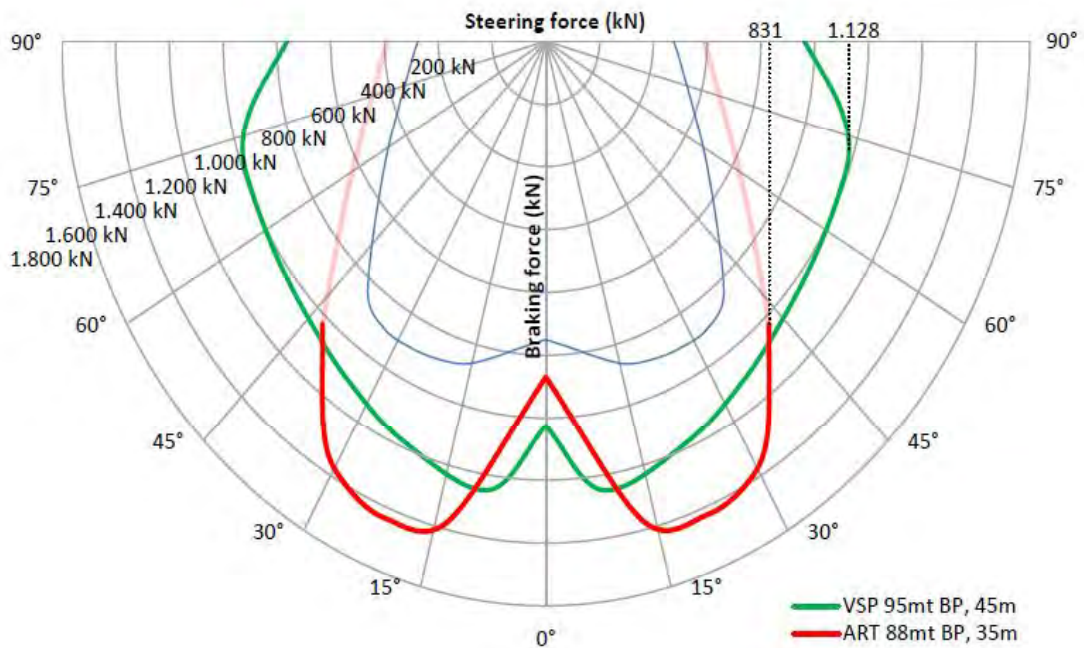
dapat dilihat bahwa dalam hal *bollard pull* dengan tenaga mesin yang sama ASD lebih unggul daripada VWT.

Pada penelitian lainnya mengenai *performance* dari rotor tug pada paper rotor tug technology memperlihatkan diagram polar distribusi dari *braking force* dan *steering force* dari dua buah tug yaitu ASD dan Rotor tug dengan besar *bollard pull* yang sama pada kecepatan 10 knots.



Gambar 4.5 Diagram polar ASD vs Rotor tug

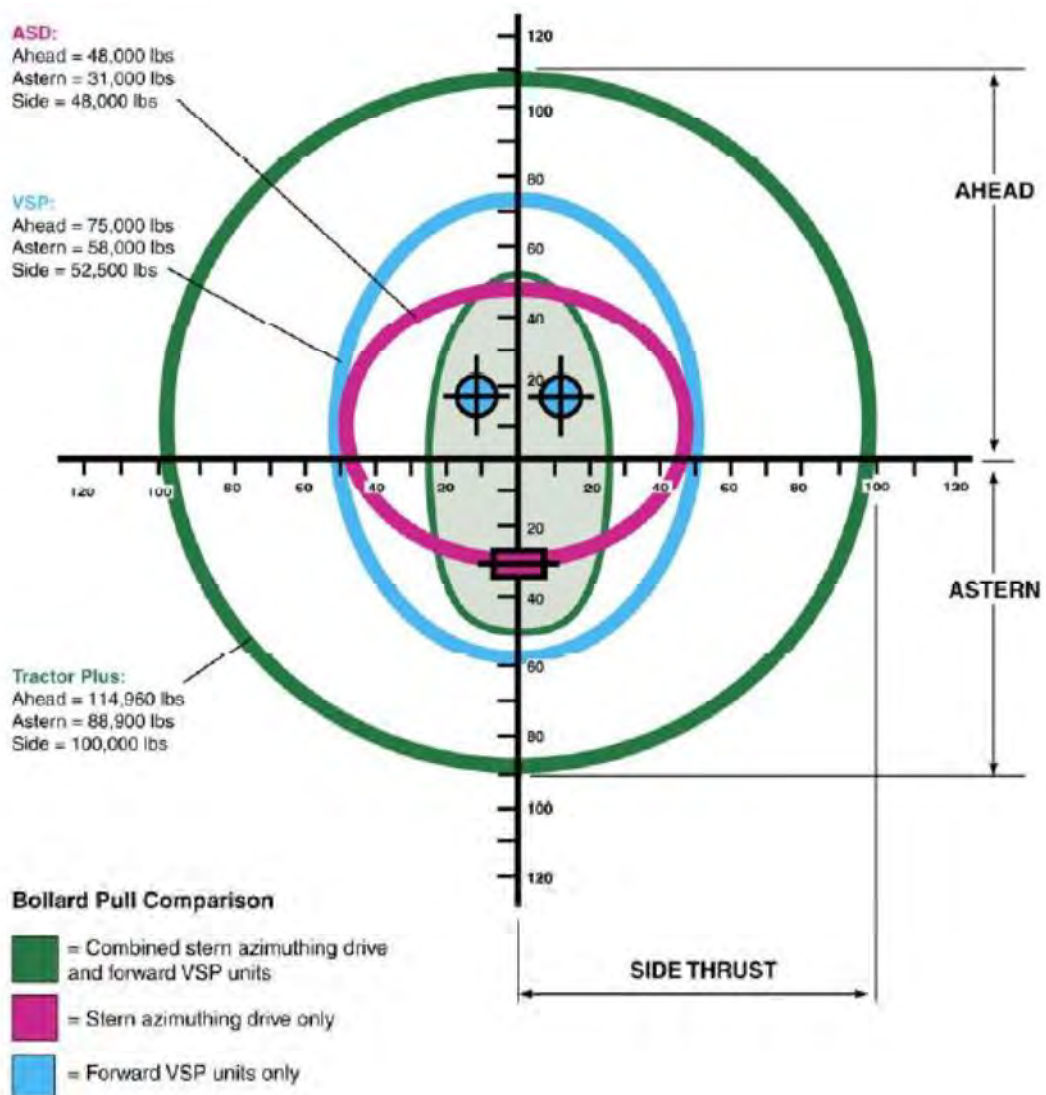
Dari gambar diagram polar diatas, dapat dilihat bahwa dengan besar *bollard pull* yang sama, Rotor tug menghasilkan rata-rata *steering force* dan *braking force* yang lebih besar dari pada ASD. Selain itu dikarenakan prinsip kombinasi dari arah dorongan pada rotor tug, hal tersebut memungkinkan rotor tug mendapatkan *steering force* yang tinggi pada sudut *towline* yang kecil



Gambar 4.6 Diagram polar VSP vs Rotor tug

Dari gambar diagram polar diatas, dapat dilihat bahwa dengan lebih besarnya *bollard pull* yang dimiliki VSP tug atau bisa kita sebut VWT, Rotor tug masih bisa menghasilkan rata-rata *steering force* dan *braking force* yang lebih besar dari pada VSP pada sudut towline yang kecil. Selain itu dikarenakan prinsip kombinasi dari arah dorongan pada rotor tug, hal tersebut memungkinkan rotor tug mendapatkan *steering force* yang tinggi pada sudut *towline* yang kecil.

Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Foss Maritime dengan didampingi American Bureau of Shipping di Everet, Washington menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pada besarnya *bollard pull* kurang lebih sebesar 53% dibandingkan VSP tug maupun ASD tug. Hal tersebut bisa dilihat pada gambar 4.7 Perbandingan ASD, VSP, dan Tractor plus, sedangkan untuk Rotor tug dengan tiga unit Azimuth, dua didepan dan satu didepan mempunyai *bollard pull* yang lebih besar daripada ASD tug dengan penjelasan bahwa tiga 80 ton BP Rotor tug mempunyai kekuatan yang sama dengan empat 80 ton conventional twin-drive tug /ASD tug (Marinus, 2012).



Gambar 4.7 Perbandingan Bollard pull pada ASD, VSP dan Tractor plus

4.3 Perbandingan Secara Umum

Dari penelitian yang dilakukan Marinus Jansen, 2012 berikut perbandingan umum ASD tug, Tractor tug, Rotor tug, dan Tractor Plus.

Tabel 4.4 Perbandingan umum ASD, VWT, Rotor tug, dan Tractor plus

	AZIMUTH STERN DRIVE TUG	VOITH WATER TRACTOR TUG	ROTOR TUG	TRACTOR PLUS
Safe towing points	1 safe towing point at the bow	1 safe towing point at the stern	2 safe towing points at stern as well as bow	2 safe towing points at stern as well as bow
Towing over stern	risk of capsizing by girting	safe	safe	safe
Towing over bow	safe	not possible	safe	safe
Push/pull	good, safe over the bow	good, safe over the stern	good, safe over the bow and stern	good, safe over the bow and stern
Safe connecting to stern of speeding ship in waves and current	good, safe over the bow	good, safe: if wave not too high	good, safe over bow	good, safe over bow
Safe connecting to bow of speeding ship in waves and current	unsafe, due to less control with waves on aft deck	good, safe over the stern	good, safe over the stern	good, safe over the stern
BP sideways (pushing with the side)	limited BP	limited BP	high, approx 80 % of max pull	high, approx 92 % of max pull
Side stepping	approx 3-4 knots	approx 3-4 knots	high, approx 6-7 knots	high, approx 5+ knots
Towline control at mooring in confined or restricted areas	only in line with towline due to one end propeller confi	only in line with towline due to one end propeller confi	good, high pulling in any direction (rotoring) due to unique triangle thruster configuration	good, high pulling in any direction due to unique triangle thruster configuration
Towline control at narrow passages	goes outside path width, need to reposition see	goes outside path width, need to reposition see	stays within path width no need to reposition see	stays within path width no need to reposition see
Positioning in current without force on towline	not possible	not possible	good, thruster configuration makes dynamic position possible	good, thruster configuration makes dynamic position possible
Escort capabilities	good, less when speed decrease	good, less when speed decrease, risk of capsizing at high speed (10knots)	good, also when speed decrease	good, also when speed decrease
Behaviour in swell during assistance	risk of propeller ventilation	no propeller ventilation	good, no propeller ventilation	good, no propeller ventilation

Pada tabel diatas disebutkan beberapa perbandingan antara ASD tug, VWT tug, Tractor Plus, dan Rotor tug. Dari perbandingan tersebut dapat terlihat bahwa Tractor Plus dan Rotor tug mempunyai keunggulan dalam berbagai hal dari pada ASD dan VWT. Namun apabila kita lihat perbedaan antara Tractor Plus dan Rotor tug tidaklah besar. Perbedaan hanya terlihat pada BP sideways yang mana BP sideways pada Tractor Plus lebih besar daripada Rotor tug. Sedangkan dalam hal side stepping Rotor tug lebih unggul daripada Tractor Plus.



BAB 5

ANALISA EKONOMIS KAPAL

5.1 Gambaran Umum

Pada bab ini akan dihitung berapa estimasi biaya yang diperlukan dalam membangun sebuah kapal sekaligus perkiraan berapa biaya operasional kapal. Nantinya kedua estimasi biaya ini akan dijadikan sebagai pertimbangan dalam melakukan pemilihan kapal menggunakan *analytical hierarchy process* (AHP).

5.2 Biaya Pembangunan Kapal

Biaya pembangunan kapal merupakan biaya yang dibutuhkan untuk membangun sebuah kapal dari biaya desain hingga biaya material. Biaya ini dihitung berdasarkan biaya Material, biaya perlengkapan, biaya akomodasi dan interior, biaya *Inventory*, biaya instalasi permesinandan perlengkapan kamar mesin, biaya instalasi listrik, biaya jasa pekerjaan, biaya pengetesan, dan biaya asuransi.

Tabel 5.1 Biaya Pembangunan ASD

NO	URAIAN	HARGA	JUMLAH HARGA
1	Material Lambung		
	- Plat, profil, dan consumable	2,860,000,000	
	- Pembersihan, pengecatan, & perlindungan karat	540,295,000	
	JUMLAH 1		3,400,295,000
2	Perlengkapan Lambung & Geladak		
	- Interior & perlengkapan Lambung dan Geladak	2,653,040,000	
	- Inventory / peralatan-peralatan	166,353,000	
	- Deck crane	1,437,500,000	
	JUMLAH 2		4,256,893,000
3	Instalasi Permesinan & Perlengkapan K. Mesin	57,507,294,000	
	JUMLAH 3		57,507,294,000
4	Instalasi Listrik dan Peralatan Komunikasi	1,595,647,000	
	JUMLAH 4		1,595,647,000
5	Jasa Pekerjaan		
	- Desain & Engineering	1,372,000,000	
	- Konstruksi Lambung dan Bangunan Atas	1,955,000,000	
	- Perlengkapan, Permesinan, dan Listrik kapal	1,904,000,000	
	JUMLAH 5		5,231,000,000
6	Pengeluaran Umum		
	- Adminstrasi dan Asuransi	850,000,000	
	- Pengetesan, Peluncuran, Percobaan, Training dan pengiriman	1,533,000,000	
	- Klasifikasi, Perijinan dan Dokumentasi	1,005,000,000	
	JUMLAH 6		3,388,000,000
A	Harga Pokok Produksi (1+2+3+4+5+6)		75,379,129,000
B	Bank fee, cost of money & risk		
C	Keuntungan		3,015,165,160
D	Harga jual sebelum PPN (A+B+C)		78,394,294,160
E	PPN		7,839,429,416
F	Harga jual sesudah PPN (D+E)		Rupiah 86,233,723,576

Pada tabel 5.1 pembangunan ASD diatas terlihat bahwa untuk mendapatkan ASD harus menyiapkan uang sebesar Rp. 86,233,723,576 yang mana mempunyai biaya tertinggi pada instalasi permesinan dan perlengkapan kamar mesin. Hal ini disebabkan karena jenis *Azimuth Propulsion* mesin harus impor ke luar negeri yang mana harganya sangat tinggi, namun meski begitu harga propulsi ini masih dibawah harga propulsi VWT *tug* dipasaran.

Tabel 5.2 Biaya pembangunan VWT

NO	URAIAN	HARGA	JUMLAH HARGA
1	Material Lambung		
	- Plat, profil, dan consumable	2,860,000,000	
	- Pembersihan, pengecatan, & perlindungan karat	540,295,000	
	JUMLAH 1		3,400,295,000
2	Perlengkapan Lambung & Geladak		
	- Interior & perlengkapan Lambung dan Geladak	2,653,040,000	
	- Inventory / peralatan-peralatan	166,353,000	
	- Deck crane	1,437,500,000	
	JUMLAH 2		4,256,893,000
3	Instalasi Permesinan & Perlengkapan K. Mesin	80,307,294,000	
	JUMLAH 3		80,307,294,000
4	Instalasi Listrik dan Peralatan Komunikasi	1,595,647,000	
	JUMLAH 4		1,595,647,000
5	Jasa Pekerjaan		
	- Desain & Engineering	1,372,000,000	
	- Konstruksi Lambung dan Bangunan Atas	1,955,000,000	
	- Perlengkapan, Permesinan, dan Listrik kapal	1,904,000,000	
	JUMLAH 5		5,231,000,000
6	Pengeluaran Umum		
	- Adminstrasi dan Asuransi	850,000,000	
	- Pengetesan, Peluncuran, Percobaan, Training dan pengiriman	1,533,000,000	
	- Klasifikasi, Perijinan dan Dokumentasi	1,005,000,000	
	JUMLAH 6		3,388,000,000
A	Harga Pokok Produksi (1+2+3+4+5+6)		98,179,129,000
B	Bank fee, cost of money & risk		
C	Keuntungan		3,927,165,160
D	Harga jual sebelum PPN (A+B+C)		102,106,294,160
E	PPN		10,210,629,416
F	Harga jual sesudah PPN (D+E)	Rupiah	112,316,923,576

Pada tabel 5.2, pembangunan VWT diatas terlihat bahwa untuk mendapatkan VWT harus menyiapkan uang sebesar Rp. 112,316,923,576 yang mana mempunyai biaya tertinggi pada instalasi permesinan dan perlengkapan kamar mesin. Hal ini disebabkan karena *Voith Schneider Propulsion* lebih mahal daripada jenis propulsi lainnya.

Tabel 5.3 Biaya pembangunan Tractor plus

NO	URAIAN	HARGA	JUMLAH HARGA
1	Material Lambung		
	- Plat, profil, dan consumable	2,860,000,000	
	- Pembersihan, pengecatan, & perlindungan karat	540,295,000	
	JUMLAH 1		3,400,295,000
2	Perlengkapan Lambung & Geladak		
	- Interior & perlengkapan Lambung dan Geladak	2,653,040,000	
	- Inventory / peralatan-peralatan	166,353,000	
	- Deck crane	1,437,500,000	
	JUMLAH 2		4,256,893,000
3	Instalasi Permesinan & Perlengkapan K. Mesin	86,307,294,000	
	JUMLAH 3		86,307,294,000
4	Instalasi Listrik dan Peralatan Komunikasi	1,595,647,000	
	JUMLAH 4		1,595,647,000
5	Jasa Pekerjaan		
	- Desain & Engineering	1,372,000,000	
	- Konstruksi Lambung dan Bangunan Atas	1,955,000,000	
	- Perlengkapan, Permesinan, dan Listrik kapal	1,904,000,000	
	JUMLAH 5		5,231,000,000
6	Pengeluaran Umum		
	- Adminstrasi dan Asuransi	1,600,000,000	
	- Pengetesan, Peluncuran, Percobaan, Training dan pengiriman	1,563,000,000	
	- Klasifikasi, Perijinan dan Dokumentasi	1,755,000,000	
	JUMLAH 6		4,918,000,000
A	Harga Pokok Produksi (1+2+3+4+5+6)		105,709,129,000
B	Bank fee, cost of money & risk		
C	Keuntungan		4,228,365,160
D	Harga jual sebelum PPN (A+B+C)		109,937,494,160
E	PPN		10,993,749,416
F	Harga jual sesudah PPN (D+E)	Rupiah	120,931,243,576

Pada tabel 5.3 pembangunan Tractor Plus diatas terlihat bahwa untuk mendapatkan Tractor Plus harus menyiapkan uang sebesar Rp. 120,931,243,576 yang mana mempunyai biaya tertinggi pada instalasi permesinan dan perlengkapan kamar mesin. Hal ini disebabkan karena Tractor Plus memakai dua jenis Propulsi yaitu *Voith schneider* dan *Azimuth Propulsion*.

Tabel 5.4 Biaya pembangunan Rotor tug

NO	URAIAN	HARGA	JUMLAH HARGA
1	Material Lambung		
	- Plat, profil, dan consumable	2,860,000,000	
	- Pembersihan, pengecatan, & perlindungan karat	540,295,000	
	JUMLAH 1		3,400,295,000
2	Perlengkapan Lambung & Geladak		
	- Interior & perlengkapan Lambung dan Geladak	2,653,040,000	
	- Inventory / peralatan-peralatan	166,353,000	
	- Deck crane	1,437,500,000	
	JUMLAH 2		4,256,893,000
3	Instalasi Permesinan & Perlengkapan K. Mesin	63,507,294,000	
		JUMLAH 3	63,507,294,000
4	Instalasi Listrik dan Peralatan Komunikasi	1,595,647,000	
		JUMLAH 4	1,595,647,000
5	Jasa Pekerjaan		
	- Desain & Engineering	1,372,000,000	
	- Konstruksi Lambung dan Bangunan Atas	1,955,000,000	
	- Perlengkapan, Permesinan, dan Listrik kapal	1,904,000,000	
	JUMLAH 5		5,231,000,000
6	Pengeluaran Umum		
	- Adminstrasi dan Asuransi	850,000,000	
	- Pengetesan, Peluncuran, Percobaan, Training dan pengiriman	1,533,000,000	
	- Klasifikasi, Perijinan dan Dokumentasi	1,005,000,000	
	JUMLAH 6		3,388,000,000
A	Harga Pokok Produksi (1+2+3+4+5+6)		81,379,129,000
B	Bank fee, cost of money & risk		
C	Keuntungan		3,255,165,160
D	Harga jual sebelum PPN (A+B+C)		84,634,294,160
E	PPN		8,463,429,416
F	Harga jual sesudah PPN (D+E)	Rupiah	93,097,723,576

Pada tabel pembangunan diatas terlihat bahwa untuk mendapatkan Rotor *tug* harus menyiapkan uang sebesar Rp. 93,097,723,576 yang mana mempunyai biaya tertinggi pada instalasi permesinan dan perlengkapan kamar mesin. Hal ini disebabkan karena Rotor *tug* memakai *Azimuth propulsion* berjumlah tiga, dua *Azimuth* diletakkan di bagian depan dan satu *Azimuth propulsion* diletakkan di bagian belakang kapal.

5.3 Biaya Operasional kapal

Biaya ini dihitung dengan memperkirakan pengeluaran kapal selama beroperasi dalam waktu satu tahun. Biaya yang dihitung selama beroperasi antara lain : gaji crew, *maintenance* dan *repairs, provision and stores, insurance*, dan *administration*. Gaji crew merupakan biaya

yang dikeluarkan untuk membayar crew dalam hal ini dihitung per satu tahun. *Maintenance and repairs* merupakan biaya yang dikeluarkan untuk melakukan perawatan kapal selama satu tahun. *Provision and stores* merupakan biaya yang dikeluarkan untuk perlengkapan makanan dan persediaan selama satu tahun. *Insurance* merupakan biaya yang dikeluarkan untuk asuransi kapal yang dibayarkan setaun sekali. *Administration* merupakan biaya administrasi yang dikeluarkan selama kapal beroperasi.

Tabel 5.5 Biaya Operasional ASD

Operating Cost	
6 Crew	\$ 43,200.00
Maintenance and Repairs	\$ 100,000.00
Provision and Stores	\$ 10,950.00
Insurance	\$ 71,882
Administration	\$ 230,000.00
Total	\$ 456,032.44

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa biaya operasional ASD selama setahun sebesar \$456,032.44.

Tabel 5.6 Biaya Operasional VWT

Operating Cost	
6 Crew	\$ 43,200.00
Maintenance and Repairs	\$ 100,000.00
Provision and Stores	\$ 10,950.00
Insurance	\$ 93,618
Administration	\$ 230,000.00
Total	\$ 477,768.44

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa biaya operasional VWT selama setahun sebesar \$477,768.44.

Tabel 5.7 Biaya Operasional Tractor Plus

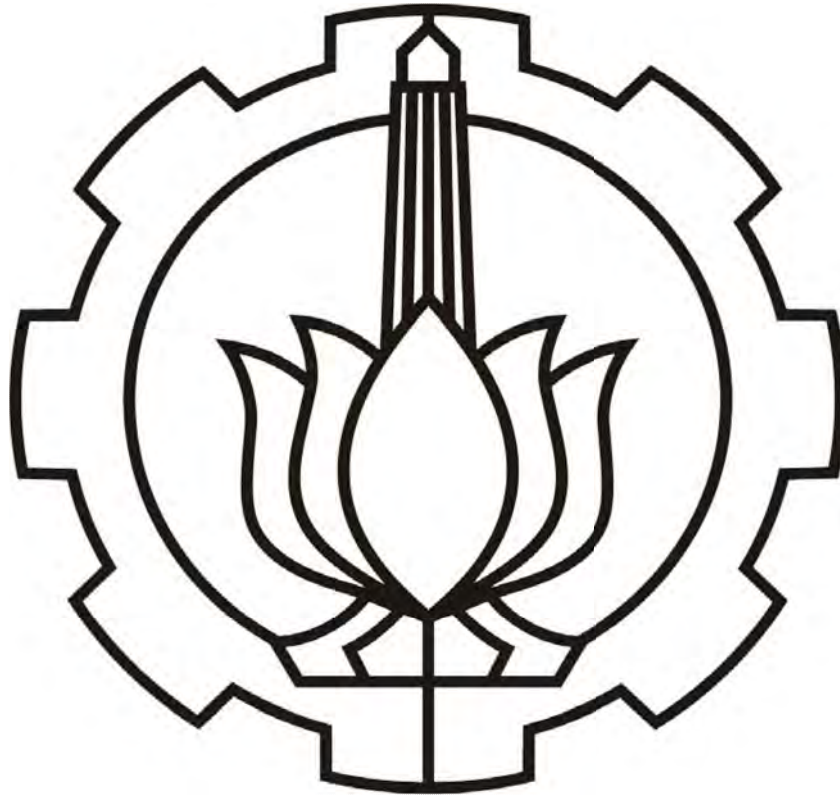
Operating Cost	
6 Crew	\$ 43,200.00
Maintenance and Repairs	\$ 100,000.00
Provision and Stores	\$ 10,950.00
Insurance	\$ 100,797
Administration	\$ 230,000.00
Total	\$ 484,947.04

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa biaya operasional Tractor Plus selama setahun sebesar \$384,171.00.

Tabel 5.8 Biaya Operasional Rotor Tug

Operating Cost	
6 Crew	\$ 43,200.00
Maintenance and Repairs	\$ 100,000.00
Provision and Stores	\$ 10,950.00
Insurance	\$ 77,602
Administration	\$ 230,000.00
Total	\$ 461,752.44

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa biaya operasional rotor tug selama setahun sebesar \$461,752.44.

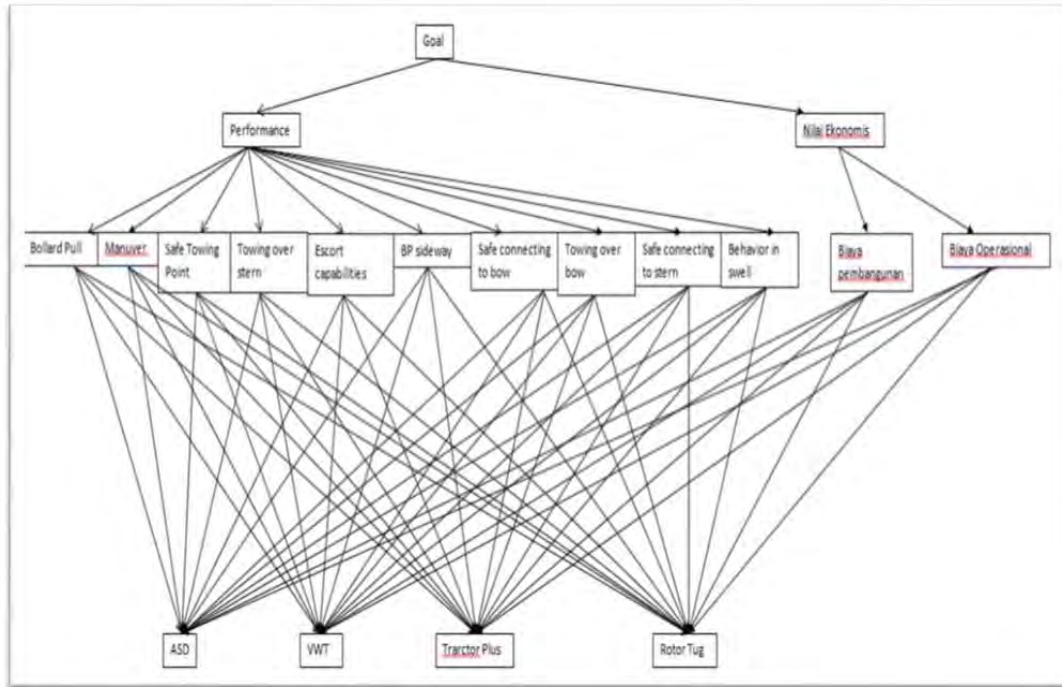


BAB 6

PEMILIHAN JENIS *TUG* MENGGUNAKAN AHP (*ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS*)

6.1 Gambaran Umum

Pada bab ini akan dibahas secara khusus penetapan urutan prioritas jenis *tug* yang akan digunakan oleh PT Badak dalam pengoperasian transportasi *LNG Tanker* di dermaga PT Badak berdasarkan *performance* dan nilai ekonomis (biaya pembangunan dan biaya operasional *tug*) dengan menggunakan AHP. Pemilihan dengan AHP akan dilakukan dengan menggunakan perhitungan manual di spreadsheet.



Gambar 6. 1 Skema Pemilihan dengan AHP

6.2 Perhitungan Faktor Pembobotan untuk kriteria utama

Dalam melakukan pemilihan menggunakan AHP langkah pertama yang dilakukan adalah memberikan penilaian pada kriteria yang akan digunakan dalam pemilihan. Kriteria utama yang digunakan dalam pemilihan ini adalah *performance* dan nilai ekonomis. Pada kasus ini *performance* diberi nilai yang lebih tinggi daripada Analisa ekonomis karena dalam praktik dilapangan pengaruh *performance* terhadap keamanan dan keselamatan *LNG Tanker* sangat tinggi.

Tabel 6.1 Matriks Faktor Pembobotan Kriteria Utama

	Performance	Analisa ekonomis
Performance	1.000	3.000
Analisa ekonomis	0.333	1.000
Σ	1.333	4.000

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif. Nilai vector eigen didapat dari rata-rata bobot relatif untuk tiap baris. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.2 Matriks Faktor Pembobotan Kriteria Utama yang Dinormalkan

	Performance	Analisa ekonomis	Vektor eigen
Performance	0.750	0.750	0.750
Analisa Ekonomis	0.250	0.250	0.250

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{maksimum}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah :

$$\lambda_{maksimum} = (1.33 \times 0.75) + (4 \times 0.25) = 2$$

Karena matriks berordo 2 (yakni terdiri dari 2), nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) = (2 - 2) / (2 - 1) = 0$$

Untuk $n = 2$, $RI = 0$ (tabel saaty), maka:

$$CR = CI / RI = 0 / 0 = 0$$

Karena $CR < 0.1$ berarti preferensi responden adalah konsisten.

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa kriteria *performance* merupakan kriteria yang lebih penting daripada Analisa ekonomis dengan bobot 0.75 atau 75%.

6.3 Perhitungan Faktor Pembobotan untuk Subkriteria

Selanjutnya juga akan dihitung pembobotan subkriteria dari masing-masing kriteria utama. Subkriteria dari *performance* antara lain *bollard pull*, *maneuver*, *safe towing point*, *towing over stern*, *towing over bow*, *behavior in swell*, *safe connecting to stern*, *safe connecting to bow*, *escort capabilities*, dan *BP sideway*. Sedangkan subkriteria dari analisa ekonomis meliputi biaya pembangunan dan biaya operasional.

Tabel 6.3 Matriks Faktor Pembobotan Subkriteria *Performance*

Performance	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0	2.0	3.0
B	0.3	1.0	3.0	3.0	3.0	0.5	0.5	0.3	1.0	2.0
C	0.3	0.3	1.0	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	1.0	1.0
D	0.3	0.3	2.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5
E	0.3	0.3	2.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.3	0.5	1.0

F	0.3	2.0	3.0	2.0	2.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5
G	0.3	2.0	3.0	2.0	2.0	1.0	1.0	0.5	1.0	0.5
H	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.0	3.0	3.0
I	0.5	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0	0.3	1.0	3.0
J	0.3	0.5	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	0.3	0.3	1.0
Σ	4.8	13.5	22.0	19.5	18.5	12.8	11.8	5.0	10.8	15.5

Ket : A= bollard pull, B= maneuver, C= safe towing point, D= towing over stern, E= towing over bow, F= safe connecting to stern, G= safe connecting to bow,H= BP sideways, I= escort capabilities, J= behavior in swell.

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif. Nilai vector eigen didapat dari rata-rata bobot relatif untuk tiap baris. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.4 Matriks Faktor Pembobotan Subkriteria *Performance* yang Dinormalkan

Performance	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Vektor eigen
A	0.207	0.222	0.136	0.154	0.162	0.234	0.254	0.200	0.185	0.194	0.195
B	0.069	0.074	0.136	0.154	0.162	0.039	0.042	0.067	0.092	0.129	0.096
C	0.069	0.025	0.045	0.026	0.027	0.026	0.028	0.067	0.092	0.065	0.047
D	0.069	0.025	0.091	0.051	0.054	0.039	0.042	0.067	0.046	0.032	0.052
E	0.069	0.025	0.091	0.051	0.054	0.039	0.042	0.067	0.046	0.065	0.055
F	0.069	0.148	0.136	0.103	0.108	0.078	0.085	0.100	0.046	0.032	0.090
G	0.069	0.148	0.136	0.103	0.108	0.078	0.085	0.100	0.092	0.032	0.095
H	0.207	0.222	0.136	0.154	0.162	0.156	0.169	0.200	0.277	0.194	0.188
I	0.103	0.074	0.045	0.103	0.108	0.156	0.085	0.067	0.092	0.194	0.103
J	0.069	0.037	0.045	0.103	0.054	0.156	0.169	0.067	0.031	0.065	0.079

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{maksimum}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah :

$$\lambda_{maksimum} = (4.8 \times 0.195) + (13.5 \times 0.096) + (22.0 \times 0.047) + (19.5 \times 0.052) + (18.5 \times 0.055) + (12.8 \times 0.090) + (11.8 \times 0.095) + (5.0 \times 0.188) + (10.8 \times 0.103) + (15.5 \times 0.079) = 10.867$$

Karena matriks berordo 10 (yakni terdiri dari 10), nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) = (10.867 - 10) / (10 - 1) = 0.096$$

Untuk $n = 10$, $RI = 1.49$ (tabel saaty), maka:

$$CR = CI / RI = 0.096 / 1.49 = 0.065$$

Karena CR <0.1 berarti preferensi responden adalah konsisten.

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa subkriteria *bollard pull* merupakan kriteria yang lebih penting daripada subkriteria lainnya yaitu dengan bobot 0.195 atau 19.5%. Selanjutnya juga dihitung pembobotan dari kriteri analisa ekonomis.

Tabel 6.5 Matriks Faktor Pembobotan Subkriteria Analisa Ekonomis

Analisa ekonomis	Biaya pembangunan	Biaya Sewa
Biaya Pembangunan	1.000	0.333
Biaya Operasional	3.000	1.000
Σ	4.000	1.333

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif. Nilai vector eigen didapat dari rata-rata bobot relatif untuk tiap baris. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.6 Matriks Faktor Pembobotan Subkriteria Analisa Ekonomis yang Dinormalkan

Analisa ekonomis	Biaya pembangunan	Biaya Sewa	Vektor eigen
Biaya Pembangunan	0.250	0.250	0.250
Biaya Operasional	0.750	0.750	0.750

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{maksimum}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah :

$$\lambda_{maksimum} = (4 \times 0.75) + (4 \times 1.33) = 2$$

Karena matriks berordo 2 (yakni terdiri dari 2), nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda_{max}-n)/(n-1) = (2-2)/(2-1) = 0$$

Untuk n = 2, RI = 0 (tabel saaty), maka:

$$CR = CI/RI = 0/0=0$$

Karena CR <0.1 berarti preferensi responden adalah konsisten.

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa subkriteria biaya operasional merupakan kriteria yang lebih penting daripada biaya pembangunan dengan bobot 0.75 atau 75%.

6.4 Perhitungan faktor evaluasi untuk subkriteria

Pada bagian ini akan dilakukan perbandingan berpasangan pada empat tipe kapal (ASD, VWT, Tractor plus, dan Rotor tug) untuk setiap subkriteria dari masing-masing kriteria utama.

6.4.1. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria *bollard pull*

Tabel 6.7 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria *Bollard Pull*

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug
ASD	1.000	2.000	0.333	0.250
VWT	0.500	1.000	0.250	0.200
Tractor Plus	3.000	4.000	1.000	0.500
Rotor Tug	4.000	5.000	2.000	1.000
Σ	8.500	12.000	3.583	1.950

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif. Nilai vector eigen didapat dari rata-rata bobot relatif untuk tiap baris. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.8 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria *Bollard Pull* yang Dinormalkan

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug	Vektor eigen
ASD	0.118	0.167	0.093	0.128	0.126
VWT	0.059	0.083	0.070	0.103	0.079
Tractor Plus	0.353	0.333	0.279	0.256	0.305
Rotor Tug	0.471	0.417	0.558	0.513	0.490

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{maksimum}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah :

$$\lambda_{maksimum} = (8.5 \times 0.126) + (12 \times 0.079) + (3.583 \times 0.305) + (1.95 \times 0.490) = 4.067$$

Karena matriks berordo 4 (yakni terdiri dari 4), nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (4.06686 - 4) / (4 - 1) = 0.022$$

Untuk $n = 4$, $RI = 0.9$ (tabel saaty), maka:

$$CR = CI / RI = 0.022287 / 0.9 = 0.025$$

Karena $CR < 0.1$ berarti preferensi responden adalah konsisten.

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa rotor tug mempunyai bobot tertinggi dalam hal bollard pull dengan bobot 0.490 atau 49.0%.

6.4.2. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria *manuver*

Tabel 6.9 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria *Maneuver*

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug
ASD	1.000	0.333	0.200	0.250
VWT	3.000	1.000	0.250	0.333
Tractor Plus	5.000	4.000	1.000	2.000
Rotor Tug	4.000	3.000	0.500	1.000
Σ	13.000	8.333	1.950	3.583

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif. Nilai vector eigen didapat dari rata-rata bobot relatif untuk tiap baris. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.10 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria *Maneuver* yang Dinormalkan

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug	Vektor eigen
ASD	0.077	0.040	0.103	0.070	0.072
VWT	0.231	0.120	0.128	0.093	0.143
Tractor Plus	0.385	0.480	0.513	0.558	0.484
Rotor Tug	0.308	0.360	0.256	0.279	0.301

Selanjutnya nilai eigen maksimum (λ_{\max}) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah :

$$\lambda_{\max} = (13 \times 0.072) + (8.333 \times 0.143) + (1.95 \times 0.484) + (3.583 \times 0.301) = 4.153$$

Karena matriks berordo 4 (yakni terdiri dari 4), nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (4.153174 - 4) / (4 - 1) = 0.051$$

Untuk $n = 4$, $RI = 0.9$ (tabel saaty), maka:

$$CR = CI/RI = 0.051058/0.9 = 0.057$$

Karena $CR < 0.1$ berarti preferensi responden adalah konsisten.

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa tractor plus mempunyai bobot tertinggi dalam hal maneuver dengan bobot 0.484 atau 48.4%.

6.4.3. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria *safe towing point*

Tabel 6.11 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria *Safe Towing Point*

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug
ASD	1.000	2.000	0.333	0.333
VWT	0.500	1.000	0.333	0.333
Tractor Plus	3.000	3.000	1.000	1.000
Rotor Tug	3.000	3.000	1.000	1.000
Σ	7.500	9.000	2.667	2.667

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif. Nilai vector eigen didapat dari rata-rata bobot relatif untuk tiap baris.

Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.12 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria *Safe Towing Point* yang Dinormalkan

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug	Vektor eigen
ASD	0.133	0.222	0.125	0.125	0.151
VWT	0.067	0.111	0.125	0.125	0.107
Tractor Plus	0.400	0.333	0.375	0.375	0.371
Rotor Tug	0.400	0.333	0.375	0.375	0.371

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{maksimum}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah :

$$\lambda_{maksimum} = (7.5 \times 0.151) + (9 \times 0.107) + (2.667 \times 0.371) + (2.667 \times 0.371) = 4.076$$

Karena matriks berordo 4 (yakni terdiri dari 4), nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) = (4.075694 - 4) / (4 - 1) = 0.025$$

Untuk $n = 4$, $RI = 0.9$ (tabel saaty), maka:

$$CR = CI/RI = 0.025/0.9 = 0.028$$

Karena $CR < 0.1$ berarti preferensi responden adalah konsisten.

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa tractor plus dan rotor tug mempunyai bobot tertinggi dalam hal *safe towing point* dengan bobot 0.371 atau 37.1%.

6.4.4. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria *towing over stern*

Tabel 6.13 Matriks Faktorr Evaluasi Subkriteria *Towing Over Stern*

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug
ASD	1.000	0.500	0.333	0.333
VWT	2.000	1.000	0.500	0.500
Tractor Plus	3.000	2.000	1.000	1.000
Rotor Tug	3.000	2.000	1.000	1.000
Σ	9.000	5.500	2.833	2.833

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif. Nilai vector eigen didapat dari rata-rata bobot relatif untuk tiap baris. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.14 Matriks Faktorr Evaluasi Subkriteria *Towing Over Stern* yang Dinormalkan

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug	Vektor eigen
ASD	0.111	0.091	0.118	0.118	0.109
VWT	0.222	0.182	0.176	0.176	0.189
Tractor Plus	0.333	0.364	0.353	0.353	0.351
Rotor Tug	0.333	0.364	0.353	0.353	0.351

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{maksimum}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah :

$$\lambda_{maksimum} = (9 \times 0.109) + (5.5 \times 0.189) + (2.833 \times 0.351) + (2.833 \times 0.351) = 4.012$$

Karena matriks berordo 4 (yakni terdiri dari 4), nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) = (4.012181 - 4) / (4 - 1) = 0.004$$

Untuk $n = 4$, $RI = 0.9$ (tabel saaty), maka:

$$CR = CI / RI = 0.00406 / 0.9 = 0.005$$

Karena $CR < 0.1$ berarti preferensi responden adalah konsisten.

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa tractor plus dan rotor tug mempunyai bobot tertinggi dalam hal *towing over stern* dengan bobot 0.351 atau 35.1%.

6.4.5. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria *towing over bow*

Tabel 6.15 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria *Towing Over Bow*

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug
ASD	1.000	3.000	0.500	1.000
VWT	0.333	1.000	0.250	0.250
Tractor Plus	2.000	4.000	1.000	1.000
Rotor Tug	1.000	4.000	1.000	1.000
Σ	4.333	12.000	2.750	3.250

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif. Nilai vector eigen didapat dari rata-rata bobot relatif untuk tiap baris. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.16 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria *Towing Over Bow* yang Dinormalkan

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug	Vektor eigen
ASD	0.231	0.250	0.182	0.308	0.243
VWT	0.077	0.083	0.091	0.077	0.082
Tractor Plus	0.462	0.333	0.364	0.308	0.367
Rotor Tug	0.231	0.333	0.364	0.308	0.309

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{maksimum}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah :

$$\lambda_{maksimum} = (4.333 \times 0.243) + (12 \times 0.082) + (2.75 \times 0.367) + (3.25 \times 0.309) = 4.047$$

Karena matriks berordo 4 (yakni terdiri dari 4), nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) = (4.0472 - 4) / (4 - 1) = 0.016$$

Untuk $n = 4$, $RI = 0.9$ (tabel saaty), maka:

$$CR = CI / RI = 0.01573 / 0.9 = 0.017$$

Karena $CR < 0.1$ berarti preferensi responden adalah konsisten.

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa tractor plus mempunyai bobot tertinggi dalam hal *towing over bow* dengan bobot 0.367 atau 36.7%.

6.4.6. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria *safe connecting to stern*

Tabel 6.17 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria *Safe Connecting to Stern*

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug
ASD	1.000	2.000	0.333	0.333
VWT	0.500	1.000	0.250	0.250
Tractor Plus	3.000	4.000	1.000	1.000
Rotor Tug	3.000	4.000	1.000	1.000
Σ	7.500	11.000	2.583	2.583

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif. Nilai vector eigen didapat dari rata-rata bobot relatif untuk tiap baris. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.18 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria *Safe Connecting to Stern* yang Dinormalkan

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug	Vektor eigen
ASD	0.133	0.182	0.129	0.129	0.143
VWT	0.067	0.091	0.097	0.097	0.088
Tractor Plus	0.400	0.364	0.387	0.387	0.384
Rotor Tug	0.400	0.364	0.387	0.387	0.384

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{maksimum}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah :

$$\lambda_{maksimum} = (7.5 \times 0.143) + (11 \times 0.088) + (2.583 \times 0.384) + (2.583 \times 0.384) = 4.027$$

Karena matriks berordo 4 (yakni terdiri dari 4), nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) = (4.02674 - 4) / (4 - 1) = 0.009$$

Untuk $n = 4$, $RI = 0.9$ (tabel saaty), maka:

$$CR = CI / RI = 0.00891 / 0.9 = 0.010$$

Karena $CR = 0.1$ berarti preferensi responden adalah konsisten.

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa tractor plus dan rotor tug mempunyai bobot tertinggi dalam hal *safe connecting to stern* dengan bobot 0.384 atau 38.446%.

6.4.7. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria *safe connecting to bow*

Tabel 6.19 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria *Safe Connecting to Bow*

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug
ASD	1.000	0.333	0.250	0.250
VWT	3.000	1.000	0.333	0.333
Tractor Plus	4.000	3.000	1.000	1.000
Rotor Tug	4.000	3.000	1.000	1.000
Σ	12.000	7.333	2.583	2.583

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif. Nilai vector eigen didapat dari rata-rata bobot relatif untuk tiap baris. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.20 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria *Safe Connecting to Bow* yang Dinormalkan

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug	Vektor eigen
ASD	0.083	0.045	0.097	0.097	0.081
VWT	0.250	0.136	0.129	0.129	0.161
Tractor Plus	0.333	0.409	0.387	0.387	0.379
Rotor Tug	0.333	0.409	0.387	0.387	0.379

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{maksimum}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah :

$$\lambda_{maksimum} = (12 \times 0.081) + (7.333 \times 0.161) + (2.583 \times 0.379) + (2.583 \times 0.379) = 4.107$$

Karena matriks berordo 4 (yakni terdiri dari 4), nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) = (4.10743 - 4) / (4 - 1) = 0.036$$

Untuk $n = 4$, $RI = 0.9$ (tabel saaty), maka:

$$CR = CI / RI = 0.03581 / 0.9 = 0.040$$

Karena $CR < 0.1$ berarti preferensi responden adalah konsisten.

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa tractor plus dan rotor tug mempunyai bobot tertinggi dalam hal *safe connecting to bow* dengan bobot 0.379 atau 37.9%.

6.4.8. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria BP *sideway*

Tabel 6.21 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria BP *Sideway*

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug
--	-----	-----	--------------	-----------

ASD	1.000	1.000	0.250	0.333
VWT	1.000	1.000	0.250	0.333
Tractor Plus	4.000	4.000	1.000	2.000
Rotor Tug	3.000	3.000	0.500	1.000
Σ	9.000	9.000	2.000	3.667

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif. Nilai vector eigen didapat dari rata-rata bobot relatif untuk tiap baris. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.22 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria BP *Sideway* yang Dinormalkan

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug	Vektor eigen
ASD	0.111	0.111	0.125	0.091	0.110
VWT	0.111	0.111	0.125	0.091	0.110
Tractor Plus	0.444	0.444	0.500	0.545	0.484
Rotor Tug	0.333	0.333	0.250	0.273	0.297

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{maksimum}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah :

$$\lambda_{maksimum} = (9 \times 0.110) + (9 \times 0.110) + (2 \times 0.484) + (3.667 \times 0.297) = 4.029$$

Karena matriks berordo 4 (yakni terdiri dari 4), nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) = (4.029 - 4) / (4 - 1) = 0.010$$

Untuk $n = 4$, $RI = 0.9$ (tabel saaty), maka:

$$CR = CI / RI = 0.00968 / 0.9 = 0.011$$

Karena $CR < 0.1$ berarti preferensi responden adalah konsisten.

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa tractor plus mempunyai bobot tertinggi dalam hal BP *sideway* dengan bobot 0.484 atau 48.4%.

6.4.9. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria *escort capabilities*

Tabel 6.23 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria *Escort Capabilities*

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug
ASD	1.000	1.000	0.333	0.250
VWT	1.000	1.000	0.333	0.250

Tractor Plus	3.000	3.000	1.000	2.000
Rotor Tug	4.000	4.000	0.500	1.000
Σ	9.000	9.000	2.167	3.500

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif. Nilai vector eigen didapat dari rata-rata bobot relatif untuk tiap baris. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.24 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria *Escort Capabilities* yang Dinormalkan

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug	Vektor eigen
ASD	0.111	0.111	0.154	0.071	0.112
VWT	0.111	0.111	0.154	0.071	0.112
Tractor Plus	0.333	0.333	0.462	0.571	0.425
Rotor Tug	0.444	0.444	0.231	0.286	0.351

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{maksimum}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah :

$$\lambda_{maksimum} = (9 \times 0.112 + (9 \times 0.112) + (2.167 \times 0.425) + (3.5 \times 0.351)) = 4.164$$

Karena matriks berordo 4 (yakni terdiri dari 4), nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) = (4.164 - 4) / (4 - 1) = 0.055$$

Untuk $n = 4$, $RI = 0.9$ (tabel saaty), maka:

$$CR = CI / RI = 0.055 / 0.9 = 0.06077$$

Karena $CR < 0.1$ berarti preferensi responden adalah konsisten.

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa tractor plus mempunyai bobot tertinggi dalam hal *escort capabilities* dengan bobot 0.425 atau 42.5%.

6.4.10. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria *behavior in swell*

Tabel 6.25 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria *Behavior In Swell*

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug
ASD	1.000	0.333	0.250	0.250
VWT	3.000	1.000	0.500	1.000
Tractor Plus	4.000	2.000	1.000	1.000
Rotor Tug	4.000	1.000	1.000	1.000
Σ	12.000	4.333	2.750	3.250

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif. Nilai vector eigen didapat dari rata-rata bobot relatif untuk tiap baris. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.26 Matriks Faktor Evaluasi Subkriteria *Behavior In Swell* yang Dinormalkan

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug	Vektor eigen
ASD	0.083	0.077	0.091	0.077	0.082
VWT	0.250	0.231	0.182	0.308	0.243
Tractor Plus	0.333	0.462	0.364	0.308	0.367
Rotor Tug	0.333	0.231	0.364	0.308	0.309

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{maksimum}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah :

$$\lambda_{maksimum} = (12 \times 0.082) + (4.333 \times 0.243) + (2.75 \times 0.367) + (3.25 \times 0.309) = 4.047$$

Karena matriks berordo 4 (yakni terdiri dari 4), nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) = (4.047 - 4) / (4 - 1) = 0.016$$

Untuk $n = 4$, $RI = 0.9$ (tabel saaty), maka:

$$CR = CI / RI = 0.016 / 0.9 = 0.01748$$

Karena $CR < 0.1$ berarti preferensi responden adalah konsisten.

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa tractor plus mempunyai bobot tertinggi dalam hal *behavior in swell* dengan bobot 0.367 atau 36.7%.

6.4.11. Perhitungan faktor evaluasi pada subkriteria biaya pembangunan

Tabel 6.27 Matriks faktor Evaluasi Subkriteria Biaya Pembangunan

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug
ASD	1.000	4.000	5.000	3.000
VWT	0.250	1.000	3.000	0.500
Tractor Plus	0.200	0.333	1.000	0.250
Rotor Tug	0.333	2.000	4.000	1.000
Σ	1.783	7.333	13.000	4.750

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif. Nilai vector eigen didapat dari rata-rata bobot relatif untuk tiap baris. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.28 Matriks faktor Evaluasi Subkriteria Biaya Pembangunan yang Dinormalkan

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug	Vektor eigen
ASD	0.561	0.545	0.385	0.632	0.531
VWT	0.140	0.136	0.231	0.105	0.153
Tractor Plus	0.112	0.045	0.077	0.053	0.072
Rotor Tug	0.187	0.273	0.308	0.211	0.244

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{maksimum}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah :

$$\lambda_{maksimum} = (1.783 \times 0.531) + (7.333 \times 0.153) + (13 \times 0.072) + (4.75 \times 0.244) = 4.164$$

Karena matriks berordo 4 (yakni terdiri dari 4), nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) = (4.164 - 4) / (4 - 1) = 0.055$$

Untuk $n = 4$, $RI = 0.9$ (tabel saaty), maka:

$$CR = CI / RI = 0.055 / 0.9 = 0.061$$

Karena $CR < 0.1$ berarti preferensi responden adalah konsisten.

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa rotor tug mempunyai bobot tertinggi dalam hal biaya pembangunan dengan bobot 0.244 atau 24.4%.

6.4.12. Perhitungan faktor evaluasi subkriteria biaya operasional

Tabel 6.29 Matriks faktor Evaluasi Subkriteria Biaya Operasional

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug
ASD	1.000	3.000	4.000	0.500
VWT	0.333	1.000	2.000	0.333
Tractor Plus	0.250	0.500	1.000	0.200
Rotor Tug	2.000	3.000	5.000	1.000
Σ	3.583	7.500	12.000	2.033

Dengan unsur-unsur pada tiap kolom dibagi dengan jumlah kolom yang bersangkutan, akan diperoleh bobot relatif. Nilai vector eigen didapat dari rata-rata bobot relatif untuk tiap baris.

Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 6.30 Matriks faktor Evaluasi Subkriteria Biaya Operasional yang Dinormalkan

	ASD	VWT	Tractor Plus	Rotor Tug	Bobot
ASD	0.279	0.400	0.333	0.246	0.315
VWT	0.093	0.133	0.167	0.164	0.139
Tractor Plus	0.070	0.067	0.083	0.098	0.080
Rotor Tug	0.558	0.400	0.417	0.492	0.467

Selanjutnya nilai eigen maksimum ($\lambda_{maksimum}$) didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan vektor eigen. Nilai eigen maksimum yang dapat diperoleh adalah :

$$\lambda_{maksimum} = (3.583 \times 0.315) + (7.5 \times 0.139) + (12 \times 0.080) + (2.033 \times 0.467) = 4.075$$

Karena matriks berordo 4 (yakni terdiri dari 4), nilai indeks konsistensi yang diperoleh:

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) = (4.075 - 4) / (4 - 1) = 0.025$$

Untuk $n = 4$, $RI = 0.9$ (tabel saaty), maka:

$$CR = CI / RI = 0.025 / 0.9 = 0.028$$

Karena $CR < 0.1$ berarti preferensi responden adalah konsisten.

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa rotor tug mempunyai bobot tertinggi dalam hal biaya operasional dengan bobot 0.467 atau 46.7%.

6.5 Perhitungan bobot dari masing-masing pilihan tug pada kriteria *performance*

Perhitungan bobot ini diperoleh dari hasil perkalian antara faktor evaluasi dengan faktor bobot dari subkriteria pada kriteria *performance*.

Tabel 6.31 Perhitungan Bobot ASD pada Kriteria *Performance*

ASD	Faktor Evaluasi	Faktor bobot	Bobot evaluasi
Bollard Pull	0.126	0.195	0.025
Manuver	0.072	0.096	0.007
Safe towing point	0.151	0.047	0.007
Towing over stern	0.109	0.052	0.006
Towing over bow	0.243	0.055	0.013
Safe connecting to stern	0.143	0.090	0.013
safe conneting to bow	0.081	0.095	0.008
BP sideway	0.110	0.188	0.021
Escort capabilities	0.112	0.103	0.011
Behavior In swell	0.082	0.079	0.007
jumlah			0.117

Tabel 6.32 Perhitungan Bobot VWT pada Kriteria *Performance*

VWT	Faktor Evaluasi	Faktor bobot	Bobot evaluasi
Bollard Pull	0.079	0.195	0.015
Manuver	0.143	0.096	0.014
Safe towing point	0.107	0.047	0.005
Towing over stern	0.189	0.052	0.010
Towing over bow	0.082	0.055	0.004
Safe connecting to stern	0.088	0.090	0.008
safe conneting to bow	0.161	0.095	0.015
BP sideway	0.110	0.188	0.021
Escort capabilities	0.112	0.103	0.011
Behavior In swell	0.243	0.079	0.019
jumlah			0.123

Tabel 6.33 Perhitungan Bobot Tractor Plus pada Kriteria *Performance*

Tractor Plus	Faktor Evaluasi	Faktor bobot	Bobot evaluasi
Bollard Pull	0.305	0.195	0.059
Manuver	0.484	0.096	0.047
Safe towing point	0.371	0.047	0.017
Towing over stern	0.351	0.052	0.018
Towing over bow	0.367	0.055	0.020
Safe connecting to stern	0.384	0.090	0.035
safe conneting to bow	0.379	0.095	0.036
BP sideway	0.484	0.188	0.091
Escort capabilities	0.425	0.103	0.044
Behavior In swell	0.367	0.079	0.029
jumlah			0.396

Tabel 6.34 Perhitungan Bobot Rotor Tug pada Kriteria *Performance*

Rotor tug	Faktor Evaluasi	Faktor bobot	Bobot evaluasi
Bollard Pull	0.490	0.195	0.095
Manuver	0.301	0.096	0.029
Safe towing point	0.371	0.047	0.017
Towing over stern	0.351	0.052	0.018
Towing over bow	0.309	0.055	0.017

Safe connecting to stern	0.384	0.090	0.035
safe conneting to bow	0.379	0.095	0.036
BP sideway	0.297	0.188	0.056
Escort capabilities	0.351	0.103	0.036
Behavior In swell	0.309	0.079	0.025
jumlah			0.364

6.6 Perhitungan bobot dari masing-masing pilihan tug pada kriteria analisa ekonomis

Perhitungan bobot ini diperoleh dari perkalian antara faktor evaluasi dengan faktor bobot dari subkriteria pada kriteria analisa ekonomis.

Tabel 6.35 Perhitungan Bobot ASD pada Kriteria Analisa Ekonomis

ASD	faktor evaluasi	faktor bobot	bobot evaluasi
Biaya Pembangunan	0.531	0.250	0.133
Biaya Operasional	0.315	0.750	0.236
			0.369

Tabel 6.36 Perhitungan Bobot VWT pada Kriteria Analisa Ekonomis

VWT	faktor evaluasi	faktor bobot	bobot evaluasi
Biaya Pembangunan	0.153	0.250	0.038
Biaya Operasional	0.139	0.750	0.104
			0.143

Tabel 6.37 Perhitungan Bobot Tractor Plus pada Kriteria Analisa Ekonomis

Tractor Plus	faktor evaluasi	faktor bobot	bobot evaluasi
Biaya Pembangunan	0.072	0.250	0.018
Biaya operasional	0.080	0.750	0.060
			0.078

Tabel 6.38 Perhitungan Bobot Rotor Tug pada Kriteria Analisa Ekonomis

Rotor Tug	faktor evaluasi	faktor bobot	bobot evaluasi
Biaya Pembangunan	0.244	0.250	0.061
Biaya Operasional	0.467	0.750	0.350
			0.411

6.7 Perhitungan bobot total

Perhitungan bobot total ini diperoleh dari perkalian faktor evaluasi dengan faktor bobot yang diperoleh dari kriteria *performance* dan nilai ekonomis.

Tabel 6.39 Bobot Total ASD

ASD	faktor evaluasi	faktor bobot	Bobot Total
Performance	0.117	0.750	0.088
Nilai Ekonomis	0.369	0.250	0.092
			0.180

Tabel 6.40 Bobot Total VWT

VWT	faktor evaluasi	faktor bobot	Bobot Total
Performance	0.123	0.750	0.092
Nilai Ekonomis	0.143	0.250	0.036
			0.128

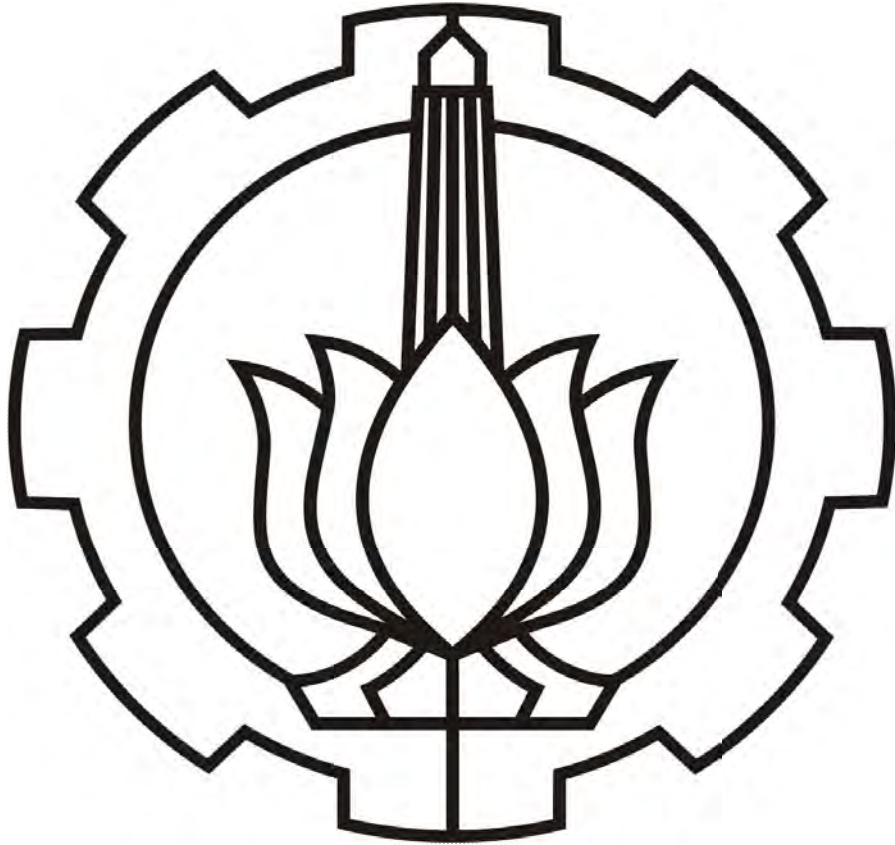
Tabel 6.41 Bobot Total Tractor Plus

Tractor Plus	faktor evaluasi	faktor bobot	Bobot Total
Performance	0.396	0.750	0.297
Nilai Ekonomis	0.078	0.250	0.019
			0.316

Tabel 6.42 Bobot Total Rotor Tug

Rotor Tug	faktor evaluasi	faktor bobot	Bobot Total
Performance	0.364	0.750	0.273
Nilai Ekonomis	0.411	0.250	0.103
			0.376

Dari tabel perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa rotor tug mempunyai bobot paling tinggi yaitu 0.376 atau 37.6%, tractor plus 0.316 atau 31.6%, ASD 0.180 atau 18.0%, dan VWT 0.128 atau 12.8%.



BAB 7

ANALISA BAHAN BAKAR

7.1 Gambaran Umum

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kandungan emisi dan harga dari masing-masing pilihan bahan bakar berdasarkan data yang didapat dari literatur. Hasil analisa ini nantinya akan digunakan sebagai bahan dasar pertimbangan pemilihan bahan bakar yang mana akan dapat menguntungkan perusahaan secara finansial kedepannya serta mengurangi dampak perusakan lingkungan.

7.2 *Performance*

Ada dua jenis sistem pembakaran pada mesin, *compression ignition* dan *spark ignition*. Semua mesin diesel memakai sistem *compression ignition* sedangkan mesin dengan natural gas memakai sistem *spark ignition*. *Compression ignition* mengandalkan pembakaran secara otomatis ketika disalurkan dengan panas dan udara bertekanan tinggi, selain itu sistem ini mempunyai banyak kelebihan daripada *spark ignition*.

Kelebihan tersebut diantaranya konsumsi bahan bakar yang rendah, mesin mempunyai umur yang lebih panjang, dan operasional yang lebih aman. Rasio tekanan pada *diesel engine* lebih tinggi daripada *natural gas engine*. Komponen dari *compression ignition* secara khusus lebih kuat daripada *spark ignition*. Selain itu efisiensi maksimum pada *natural gas engine* biasanya lebih rendah antara 10 sampai 15 persen daripada *diesel engine*. Namun pada kenyataannya, perbedaannya bisa lebih besar daripada perhitungan.

7.3 *Emissions*

Emisi yang paling banyak terlihat dan dapat kita rasakan dari sebuah *diesel engine* adalah asap yang ditimbulkan ketika mesin sedang beroperasi. Dengan kandungan partikel padat dan titik – titik partikel dalam bentuk cair, asap dapat berwarna biru-putih maupun hitam- abu-abu. Warna biru-putih pada dasarnya disebabkan oleh oli yang ditemukan pada sistem pembakarannya. Meskipun begitu, *natural gas engine* juga merupakan sumber emisi walaupun tingkat emisinya rendah.

Dari beberapa emisi gas, ada beberapa gas yang jadi bahan perhatian, yaitu Oksida-oksida nitrogen (NO_x) dan Oksida-oksida karbon (CO_x) .

7.3.1 Oksida - oksida Nitrogen (NO_x)

Senyawa nitrogen di atmosfer akan membentuk delapan macam oksida nitrogen (NO_x) yaitu:

- Nitrik Oksida (NO)
- Nitrogen Oksida (NO₂)
- Nitrous Oksida (N₂O)
- Nitrogen Seskuoksida (N₂O₄)
- Nitrogen Pentaoksida (N₂O₅)

Oksida nitrogen yang penting dalam kaitan masalah pencemaran udara adalah senyawa nitrogen dalam bentuk NO dan NO₂. N₂O merupakan oksida nitrogen yang belum biasa dikenal sebagai pencemar udara, tetapi kehadiran N₂O yang berlebihan dapat menyebabkan pemanasan global dan kerusakan lapisan ozon. Oksida nitrogen ini mempunyai dampak yang buruk bagi kesehatan antara lain: nitrogen dapat menimbulkan iritasi, menyebabkan pulmonary akut, dan terjadinya peningkatan bronchitis pada anak-anak umur 2-3 tahun pada konsentrasi dibawah 0.01 ppm. Sedangkan dampak terhadap kehidupan vegetasi antara lain : timbulnya kerusakan pada jaringan sel mesophyll, kerusakan ini ditandai oleh adanya bercak warna putih atau coklat pada permukaan daun, selain itu juga terjadi penurunan laju pertumbuhan pada tanaman tomat.

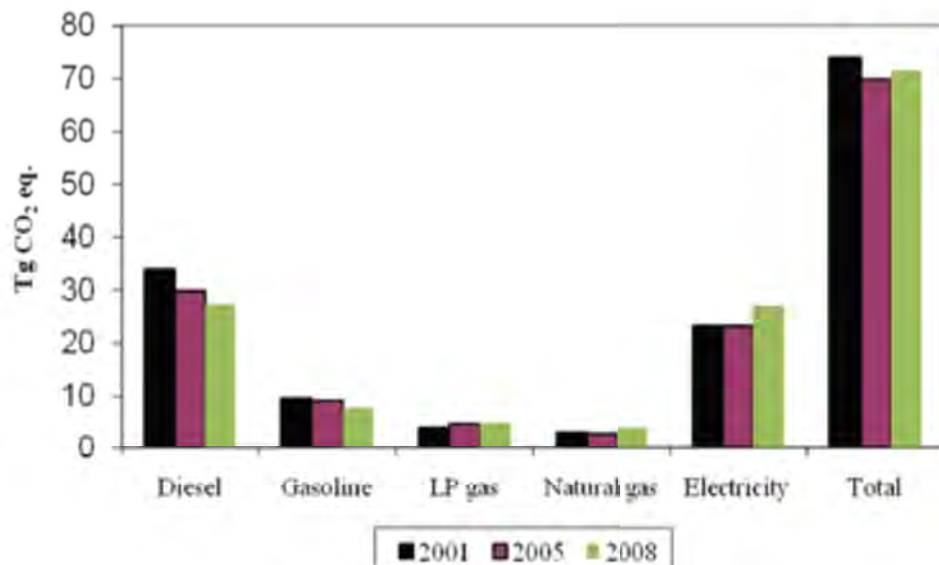
7.3.2 Oksida – oksida Carbon (CO_x)

CO_x adalah gas yang tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau, secara kimiawi bersifat inert pada kondisi normal. Gas ini sangat stabil, mampu bertahan dalam atmosfer selama 2 sampai 4 bulan. Gas ini merupakan pencemar yang paling sering ditemui di atmosfer karena emisi totalnya lebih besar dari jumlah total emisi pencemar lainnya. Gas ini banyak ditemui diantara produk pembakaran bahan organik yang digunakan sebagai bahan bakar. Transportasi memberikan kontribusi terbesar, selain itu juga berasal dari proses industri. Pembakaran tidak sempurna dari senyawa yang mengandung karbon akan menghasilkan gas ini. Proses kimiawi dan fisik yang terjadi selama pembakaran berlangsung sangat kompleks, karena tidak hanya tergantung pada jenis senyawa karbon yang bereaksi dengan oksigen, namun juga dipengaruhi oleh kondisi di ruang bakar.

Dampak terhadap kesehatan akibat penghirupan gas ini adalah timbulnya kematian, mereduksi kapasitas darah dalam membawa oksigen, mengganggu pelepasan oksigen yang dibawa oleh hemoglobin.

7.3.3 Jumlah Gas Emisi pada Diesel dan Natural Gas

Dari beberapa penelitian didapatkan bahwa jumlah emisi yang dihasilkan oleh mesin berbahan bakar diesel jauh lebih tinggi daripada mesin berbahan bakar natural gas. Hal ini ditunjukkan pada beberapa gambar di bawah ini.



Gambar 7.1 Emisi CO₂ yang dihasilkan oleh beberapa jenis bahan bakar

Penelitian ini dilakukan oleh Agriculture Resource Management Survey (ARMS) dan kemudian dipublikasikan oleh US Green House Gas Emissions and Sink yang dilakukan pada tahun 1990-2008 menggambarkan kandungan gas CO₂ seperti terlihat pada gambar 7.1. Penelitian ini didasarkan pada Energi yang digunakan pada bidang pertanian. Pada gambar terlihat bahwa dari tahun 2001 sampai tahun 2008 emisi CO₂ yang dihasilkan oleh Diesel dan Natural Gas menunjukkan perbedaan yang signifikan (US Agriculture and Forestry Green House Gas Inventory 1990-2008, hal 88-89).

Pada penelitian lain yang bersumber dari *California Air Resources Board*, 2004 yang ditunjukkan pada gambar 7.2 menunjukkan nilai yang berbeda namun perbandingan besar kecilnya emisi yang dihasilkan tidak berbeda jauh. Dalam penelitian ini emisi yang dihasilkan oleh diesel lebih besar daripada natural gas. Hasil seperti itu juga terlihat pada penelitian – penelitian yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

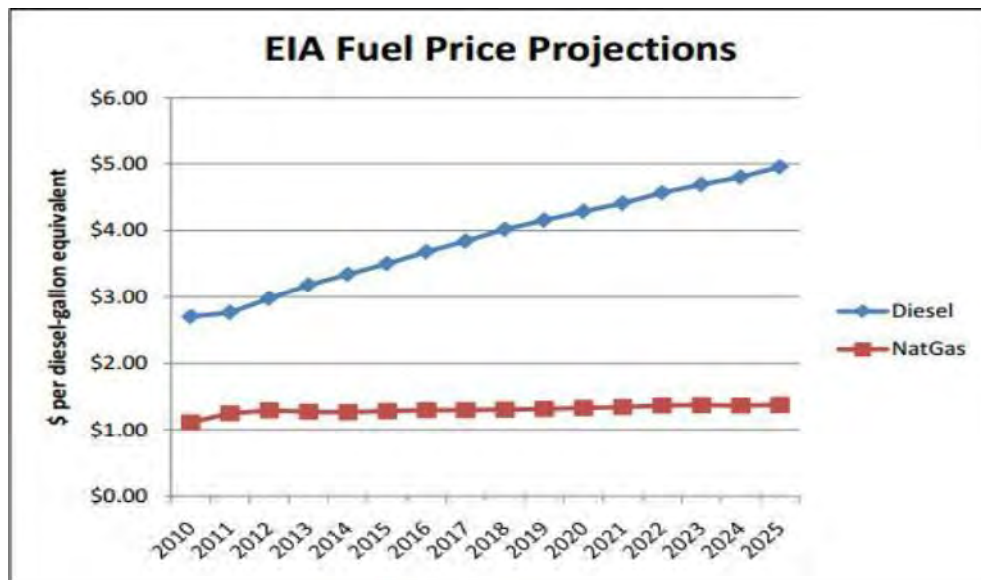
Pollutant	Current two-stroke engine diesel ^a	Natural gas ^b	Difference	Percent reduction
HC	0.79	0.02	0.77	97.5
CO	20.85	0.03	20.82	99.9
NO _x	20.36	10.26	10.10	49.6
PM	3.32	0.12	3.20	96.4

Gambar 7.2 Emisi dari bahan bakar diesel dan natural gas di Canada (gram/mile)

Dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa mesin dengan bahan bakar diesel jauh lebih membahayakan lingkungan dan kehidupan manusia daripada mesin dengan bahan bakar natural gas.

7.4 Perbandingan Harga *Natural Gas* dengan *Diesel*

Ada beberapa variasi perbandingan harga antara *natural gas* dan *diesel*, salah satu badan yang meneliti hal ini adalah US EIA. EIA merupakan agen utama dari Statistik Federal Sistem Amerika Serikat yang bertanggung jawab untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menyebarkan informasi energi untuk mempromosikan kebijakan suara, pasar yang efisien, dan pemahaman publik energi dan interaksinya dengan ekonomi dan lingkungan. Program EIA mencakup data pada batubara, minyak bumi, gas alam, energi listrik, terbarukan dan nuklir. EIA merupakan bagian dari Departemen Energi AS. Berkenaan dengan harga *natural gas* dan *diesel*, EIA telah melakukan sebuah research untuk melihat bagaimana proyeksi harga *natural gas* dan *diesel*. Berikut proyeksi perbandingan harga antara *natural gas* dan *diesel*.



Gambar7.3 Proyeksi harga bahan bakar diesel dan natural gas

Dari gambar grafik diatas terlihat bahwa harga diesel lebih mahal daripada harga natural gas antara tahun 2010 sampai 2014, dan diproyeksikan harga ini terus melambung sampai dengan tahun 2025.

7.5 Analisa Perbandingan Bahan Bakar

Dalam menganalisa perbandingan bahan bakar, terlebih dahulu akan ditentukan perkiraan mesin yang akan dipakai *escort tug*. Dalam tugas akhir ini mesin yang dipakai adalah mesin dengan merk Rolls Royce yaitu mesin dengan menggunakan bahan bakar gas dan bahan bakar diesel. Analisa perbandingan ini dilakukan hanya dengan membandingkan perkiraan biaya yang dikeluarkan apabila memakai kedua jenis bahan bakar.

Pada umumnya gas lebih murah dari pada MDO atau MFO. Ada beberapa komponen yang dapat berpengaruh dalam menentukan nilai dari konsumsi bahan bakar antara lain besar kapasitas mesin yang digunakan dengan massa jenis bahan bakarnya. Terlebih dahulu akan ditentukan berapa konsumsi bahan bakar antara gas, MDO dan MFO. Dalam tugas akhir ini didapat rumus untuk menentukan konsumsi bahan bakar sebagai berikut :

$$\text{Konsumsi bahan bakar (litr/hr)} = [\text{Engine Size (KW)} \times \text{SFOC (g/kW.hr)}] / \text{Density (g/m}^3\text{)}$$

Dengan menggunakan rumus seperti diatas, maka dapat ditentukan konsumsi setiap bahan bakar pada mesin yang dipakai. Dalam tugas akhir ini, komponen SFOC telah ditentukan pada katalog mesin MDO yaitu 185 (g/kW.hr) dan LNG sebesar 67 (g/kW.hr).

Tabel 7.1 Koefisien dalam menentukan konsumsi bahan bakar

	Gas	MDO	
ME_TYPE	NG	DIESEL	
ME_MERK	Roll Royce	Roll Royce	
BHP	2430	2560	kW
ME_FUEL	LNG	MDO	
SFOC	67	185	g/kW.hr
DENSITY	0.455	0.871	ton/m ³
ME_CONS	0.258	0.372	m ³ /hr

setelah mendapatkan koefisien-koefisien yang dibutuhkan untuk mengetahui bahan bakar mana yang lebih konsumtif, maka dihitung berapa konsumsi bahan bakar mesin per jamnya.

Tabel 7.2 Perbandingan Konsumsi bahan bakar mesin

	Gas	MDO	
Konsumsi	357.82	543.74	litr/hr

Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa konsumsi bahan bakar gas lebih sedikit daripada MDO. Dengan massa jenis dan SFOC yang lebih kecil, maka didapat penggunaan bahan bakar yang lebih hemat dari pada MDO. Setelah didapat konsumsinya, selanjutnya menentukan perbandingan harga bahan bakar gas dengan MDO. Dengan nilai tukar 1 US\$ terhadap Rp sebesar Rp 9,000.00 didapat rata-rata harga setiap bahan bakar dalam bulan Nopember 2012 sampai Maret 2013 yang terlihat seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 7.3 Harga Bahan Bakar (Rp/m³)

Bulan	LNG	MDO
Nopember-12	3409712	8176998
Desember-12	3555668	8160904
Januari-13	3625395	8287592
Februari-13	3626260	8618741
Maret-13	3634723	8004259
Rata-rata	3570352	8249699

Dengan menggunakan hasil tersebut, maka rata-rata dari setiap bahan bakar diubah menjadi rupiah per liter adalah sebagai berikut :

Tabel 7.4 Perbandingan harga bahan bakar (Rp/liter)

	Gas	MDO
Harga	3570	8248

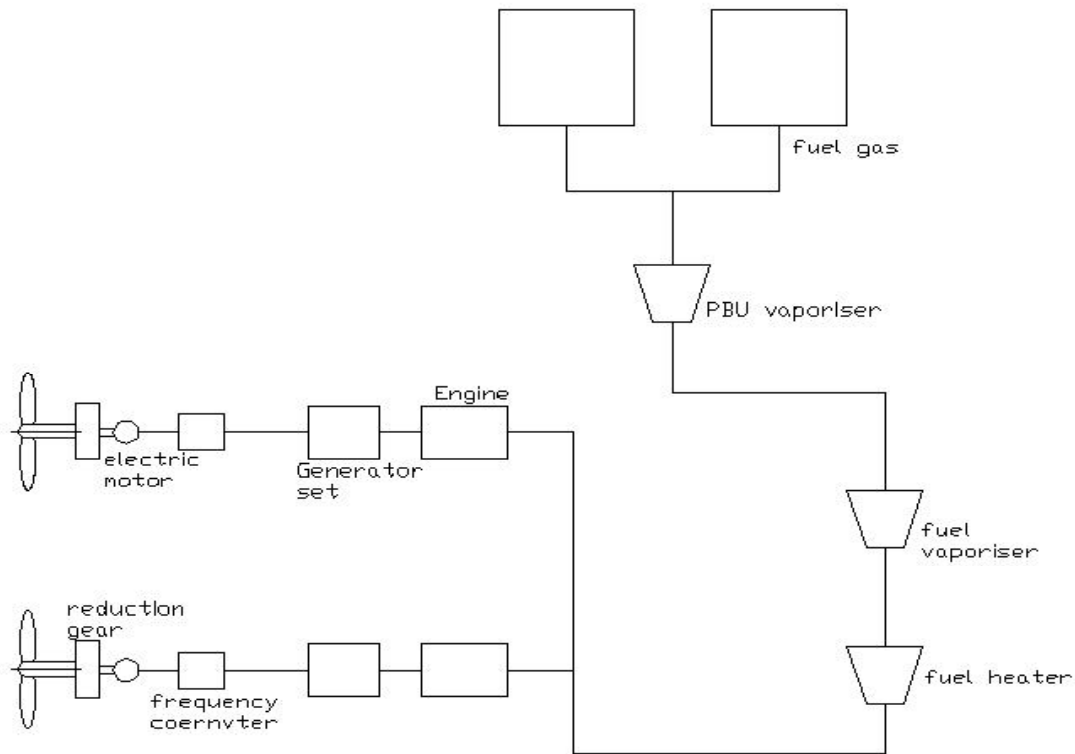
Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa harga gas lebih murah daripada pada harga MDO. Selanjutnya akan diperkirakan konsumsi bahan bakar dan biaya yang dikeluarkan pada waktu *escort tug* melakukan penambatan. Pada tugas akhir ini akan diskenariokan bahwa *escort tug* akan beroperasi dalam jangka waktu 3 jam per hari. Berikut perkiraan biaya yang dikeluarkan pada waktu beroperasi.

Tabel 7.5 Biaya Bahan bakar dalam waktu 1 tahun

	Gas	Diesel
Biaya yang dikeluarkan (1th)	Rp 1,398,772,053	Rp 4,910,845,921

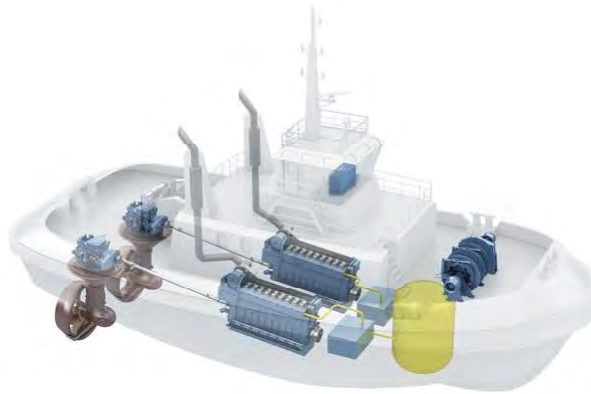
Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar pada mesin diesel lebih memboroskan daripada menggunakan bahan bakar gas pada mesin gas.

7.6 Prinsip Kerja Sistem Propulsi Berbahan Bakar *Natural Gas*

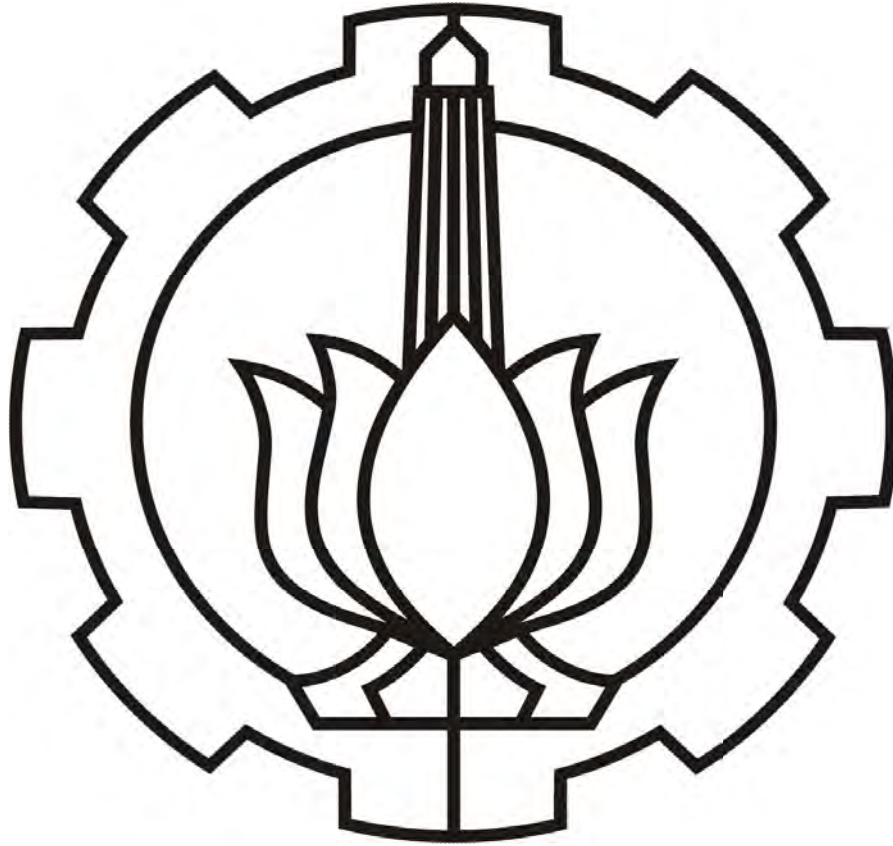


Gambar 7.4 Sistem propulsi berbahan bakar *natural gas*

Prinsip kerja sistem propulsi berbahan bakar *natural gas* ini dimulai dengan *PBU vaporiser* yang bekerja sebagai pengatur tekanan dalam tangki yang mendorong LNG menuju *fuel vaporizer*. LNG diuapkan ke dalam bentuk *natural gas* lalu menuju ke *fuel heater*. Pemanas mengambil *natural gas* ke tingkat suhu yang diperlukan sebelum memasuki mesin utama. Dengan menggunakan generator sebagai pengubah energi kinetik menjadi listrik, energi listrik tersebut dialirkan menuju penggerak listrik yang mengubah kembali menjadi energi kinetik. Penggunaan *reduction gear* pada sistem propulsi ini adalah untuk mendapatkan nilai operasional propeller yang optimum. Dengan menggunakan sistem propulsi ini maka fungsi dari mesin utama sebagai penggerak genset tidak hanya untuk menyuplai daya listrik dengan memberikan kekuatan propulsi tetapi juga sebagai sumber daya listrik untuk semua kebutuhan electric power plant baik untuk penggerak utama, akomodasi, maupun mesin bantu dikapal (Radite, 2013).



Gambar 7.5 *Tug* dengan bahan bakar *natural gas*
(Sumber : <http://gcaptain.com/>)



BAB 8

PEMILIHAN BANGUNAN BARU ATAU SEWA

8.1 Gambaran Umum

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pertimbangan pemilihan pengadaan kapal antara bangunan baru dan sewa dari segi investasi. Nantinya akan dipilih cara pengadaan yang paling menguntungkan secara jangka panjang serta mempunyai resiko yang terkecil terhadap keberlangsungan perekonomian di perusahaan apabila cara pengadaan yang terpilih diterapkan.

8.2 Perhitungan Investasi Pengadaan Kapal

Pada perhitungan ini akan diumpamakan seorang owner menginvestasikan uangnya untuk membangun sebuah kapal yang dikemudian hari kapal tersebut juga akan disewakan. Pada perhitungan ini akan dilibatkan estimasi berapa biaya operasional kapal meliputi biaya pegawai, biaya perawatan dan perbaikan, biaya perlengkapan konsumsi, biaya asuransi dan biaya administrasi.

Tabel 8.1 Data awal keuangan ASD

DATA	KETERANGAN	SATUAN
JENIS KAPAL	ASD tug	
Harga Kapal	7,186,143.63	USD
Harga Kapal	86,233,723,576	Rp
Bunga Pinjaman	10%	/ tahun
Modal Awal	1,796,536	USD
Pinjaman	5,389,608	USD
Jangka waktu pembayaran	10	tahun
Nilai bunga	\$ 538,960.77	/tahun
PENGELUARAN		
Modal Awal	\$ 1,796,535.91	
Pinjaman Pokok	\$ 5,389,607.72	/tahun

Tabel diatas merupakan tabel awal keuangan ASD. Harga kapal didapat dari perhitungan biaya bangunan baru pada Bab 5. Pada tabel diatas juga disebutkan bahwa bunga pinjaman di bank sebesar 10% per tahun dengan jangka waktu pembayaran 10 tahun, nilai ini didapat dari estimasi penulis sendiri dengan mempertimbangkan bunga pinjaman bank dan jangka waktu pembayaran pada umumnya. Modal awal perhitungan investasi ini diperoleh dari 25% harga kapal sedangkan pinjaman pokok bank diperoleh dari 75% harga kapal.

Tabel 8.2 Net cash flow tahun ke-0 sampai tahun ke-5 pada ASD

Interest Rate		10%				
Time Charter		100% Charter				
PEMASUKAN						
TAHUN	0	1	2	3	4	5
<i>Revenue per year</i>		\$ 1,390,426.73	\$ 1,390,426.73	\$ 1,390,426.73	\$ 1,390,426.73	\$ 1,390,426.73
<i>Revenue per day</i>		\$ 3,809.39	\$ 3,809.39	\$ 3,809.39	\$ 3,809.39	\$ 3,809.39
<i>Jumlah Pemasukan</i>		\$ 1,390,426.73	\$ 1,390,426.73	\$ 1,390,426.73	\$ 1,390,426.73	\$ 1,390,426.73
PENGELUARAN						
TAHUN	0	1	2	3	4	5
Modal Awal	\$ 1,796,535.91					
Angsuran Bank		\$ 538,960.77	\$ 538,960.77	\$ 538,960.77	\$ 538,960.77	\$ 538,960.77
Bunga Bank		\$ 53,896.08	\$ 48,506.47	\$ 43,116.86	\$ 37,727.25	\$ 16,168.82
Crew		\$ 43,200.00	\$ 43,450.00	\$ 43,700.00	\$ 43,950.00	\$ 44,200.00
<i>Maintenance and repairs</i>		\$ 100,000.00	\$ 100,000.00	\$ 150,000.00	\$ 100,000.00	\$ 175,000.00
<i>Provision and stores</i>		\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00
<i>Insurance</i>		\$ 71,882	\$ 71,882	\$ 71,882	\$ 71,882	\$ 71,882
<i>Administration</i>		\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00
Jumlah Pengeluaran	\$ 1,796,535.91	\$ 1,048,889.29	\$ 1,043,749.68	\$ 1,088,610.07	\$ 1,033,470.46	\$ 1,087,162.03
<i>Net Cash Flow</i>	-1796535.91	341537.45	346677.06	301816.66	356956.27	303264.70
<i>Kumulatif Cash Flow</i>	-1796535.91	-1454998.46	688214.50	648493.72	658772.93	660220.97
<i>Present Value Factor, PVF</i>	1.0000	0.9091	0.8264	0.7513	0.6830	0.6209
<i>PVF*Net Cash</i>	-1796535.908	310488.589	286509.9633	226759.3263	243805.9361	188303.52
<i>Net Present Value, NPV</i>	0.01					
<i>IRR</i>	10.00000011%					

Tabel diatas merupakan net cash flow antara tahun ke-0 sampai dengan tahun ke-5. Pada *range* tahun tersebut pemasukan diperoleh dari 100% *charter* kapal, hal ini dikarenakan pada *range* tahun tersebut kapal diumpamakan masih dalam tahun-tahun awal disewa. Sedangkan nilai

pengeluaran didapat dari bunga bank sebesar 10% dari sisa angsuran biaya, pembayaran *crew* dengan estimasi jumlah *crew* 6 orang yang masing-masing orang dibayar 600 dollar per bulan, biaya perawatan dan perbaikan yang diestimasikan sebesar 100,000.00 dollar per tahun dan akan meningkat pada tahun ke-3 dikarenakan pada tahun ke-3 terdapat *intermediate survey* yang dimungkinkan biaya akan meningkat serta terjadi peningkatan lagi pada tahun ke-5 karena terdapat *renewel survey*. Pengeluaran juga diperoleh dari biaya asuransi kapal sebesar 77,602.00 dollar per tahun, dan biaya administrasi yang menyangkut dengan manajemen, *flag expenses*, dan pelabuhan sebesar 230,000.00 dollar per tahun.

Tabel 8.3 Net cash flow tahun ke-6 sampai tahun ke-10 pada ASD

80% Charter				
6	7	8	9	10
\$ 1,112,341.39	\$ 1,112,341.39	\$ 1,112,341.39	\$ 1,112,341.39	\$ 1,112,341.39
\$ 3,047.51	\$ 3,047.51	\$ 3,047.51	\$ 3,047.51	\$ 3,047.51
\$ 1,112,341.39	\$ 1,112,341.39	\$ 1,112,341.39	\$ 1,112,341.39	\$ 1,112,341.39
6	7	8	9	10
\$ 538,960.77	\$ 538,960.77	\$ 538,960.77	\$ 538,960.77	\$ 538,960.77
\$ 26,948.04	\$ 21,558.43	\$ 16,168.82	\$ 10,779.22	\$ 5,389.61
\$ 44,450.00	\$ 44,700.00	\$ 44,950.00	\$ 45,200.00	\$ 45,450.00
\$ 100,000.00	\$ 100,000.00	\$ 150,000.00	\$ 100,000.00	\$175,000.00
\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00
\$ 71,882	\$ 71,882	\$ 71,882	\$ 71,882	\$ 71,882
\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00
\$ 1,023,191.25	\$ 1,018,051.64	\$ 1,062,912.03	\$ 1,007,772.42	\$ 1,077,632.82
89150.14	94289.75	49429.36	104568.96	34708.57
392414.84	183439.89	143719.10	153998.32	139277.53
0.5645	0.5132	0.4665	0.4241	0.3855
50322.92976	48385.54939	23059.15901	44347.44814	13381.65651

Tabel 8.3 merupakan tabel *net cash flow* antara tahun ke-6 sampai tahun ke-10. Pada *range* tahun tersebut *charter* kapal menurun menjadi 80% dari *charter* sebelumnya dikarenakan terdapat kemungkinan penurunan *performance* dari kapal. Berbeda dengan biaya *charter*, biaya operasional semakin meningkat dari sebelumnya dikarenakan terjadi kemungkinan kenaikan taraf hidup, kenaikan bahan makanan, inflasi maupun perubahan nilai tukar rupiah terhadap dollar yang tidak baik.

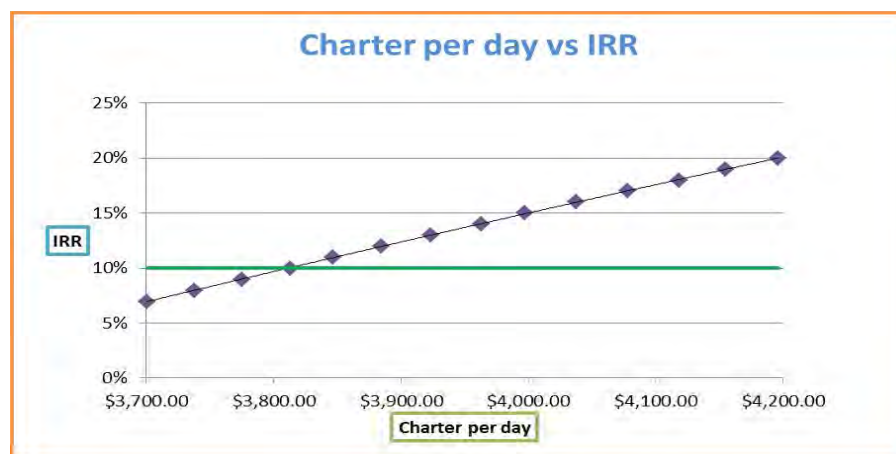
Tabel 8.4 Net cash flow tahun ke-11 sampai tahun ke-20 pada ASD

50% Charter									
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
\$ 695,213.37	\$ 695,213.37	\$ 695,213.37	\$ 695,213.37	\$ 695,213.37	\$ 695,213.37	\$ 695,213.37	\$ 695,213.37	\$ 695,213.37	\$ 695,213.37
\$ 1,904.69	\$ 1,904.69	\$ 1,904.69	\$ 1,904.69	\$ 1,904.69	\$ 1,904.69	\$ 1,904.69	\$ 1,904.69	\$ 1,904.69	\$ 1,904.69
\$ 695,213.37	\$ 695,213.37	\$ 695,213.37	\$ 695,213.37	\$ 695,213.37	\$ 695,213.37	\$ 695,213.37	\$ 695,213.37	\$ 695,213.37	\$ 695,213.37
\$ 45,700.00	\$ 45,950.00	\$ 46,200.00	\$ 46,450.00	\$ 46,700.00	\$ 46,950.00	\$ 47,200.00	\$ 47,450.00	\$ 47,700.00	\$ 47,950.00
\$ 150,000.00	\$ 150,000.00	\$ 225,000.00	\$ 150,000.00	\$262,500.00	\$ 150,000.00	\$ 150,000.00	\$ 225,000.00	\$ 150,000.00	\$262,500.00
\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00
\$ 71,882	\$ 71,882	\$ 71,882	\$ 71,882	\$ 71,882	\$ 71,882	\$ 71,882	\$ 71,882	\$ 71,882	\$ 71,882
\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00
\$ 508,532.44	\$ 508,782.44	\$ 584,032.44	\$ 509,282.44	\$ 622,032.44	\$ 509,782.44	\$ 510,032.44	\$ 585,282.44	\$ 510,532.44	\$ 623,282.44
186680.93	186430.93	111180.93	185930.93	73180.93	185430.93	185180.93	109930.93	184680.93	71930.93
221389.50	373111.86	297611.86	297111.86	259111.86	258611.86	370611.86	295111.86	294611.86	256611.86
0.3505	0.3186	0.2897	0.2633	0.2394	0.2176	0.1978	0.1799	0.1635	0.1486
65430.52732	59402.63986	32205.1553	48961.42517	17518.93295	40355.17317	36637.0599	19772.04415	30196.80791	10692.07449

Tabel 8.4 merupakan tabel *net cash flow* antara tahun ke-11 sampai tahun ke-20. Pada *range* tahun tersebut *charter* kapal menurun menjadi 50% dari *charter* awal tahun dikarenakan terdapat kemungkinan penurunan *performance* dari kapal yang lebih besar. Seperti halnya pada tahun ke-6 sampai tahun ke-10, antara *range* tahun ke-11 sampai tahun ke-20 biaya operasional semakin meningkat dari sebelumnya dikarenakan terjadi kemungkinan kenaikan taraf hidup yang lebih besar, kenaikan bahan makanan, dan inflasi maupun perubahan nilai tukar rupiah terhadap dollar yang semakin tidak baik.

Tabel 8.5 Biaya *charter* terhadap nilai IRR pada ASD

IRR	Biaya Charter
7%	\$ 3,700.68
8%	\$ 3,737.69
9%	\$ 3,775.06
10%	\$ 3,812.82
11%	\$ 3,846.15
12%	\$ 3,884.61
13%	\$ 3,923.46
14%	\$ 3,962.69
15%	\$ 3,997.39
16%	\$ 4,037.37
17%	\$ 4,077.74
18%	\$ 4,118.52
19%	\$ 4,154.47
20%	\$ 4,196.02



Gambar 8.1 grafik *charter per day* dengan IRR pada ASD

Tabel 8.5 merupakan tabel dimana dengan menentukan biaya *charter* yang berbeda maka akan menghasilkan nilai IRR yang berbeda. IRR merupakan laju pengembalian dari serangkaian kegiatan *cash flow* yang dilakukan selama 20 tahun. Semisal waktu seorang owner menetapkan biaya *charter* sebesar 3,812.82 dollar per bulan maka nilai IRR adalah 10%, hal ini mepresentasikan bahwa dengan biaya *charter* 3,812.82 dollar maka owner akan mendapatkan keuntungan setelah 20 tahun sebesar 10% atau dengan kata lain mendapatkan keuntungan sebesar bunga bank yang dikenakan. Sedangkan gambar 8.1 merupakan representasi dari tabel 8.5 dalam bentuk grafik.

Dengan mempertimbangkan tabel *net cash flow* dan tabel biaya *charter* terhadap nilai IRR dapat dianalisa bagaimana keuntungan serta risiko apabila melakukan pengadaan kapal dengan cara bangunan baru ataupun sewa.

Tabel 8.6 Matriks perbandingan Bangunan dan Sewa pada ASD

	Bangunan baru	Sewa
<i>Capital cost</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Harus mengeluarkan uang sebesar 25% dari perhitungan biaya bangunan baru untuk dijadikan modal awal • Harus meminjam uang sebesar 75% dari perhitungan biaya bangunan baru ke bank 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak perlu mengeluarkan biaya modal pembangunan • Tidak perlu meminjam uang ke bank untuk keperluan pembangunan kapal
Keuntungan	<ul style="list-style-type: none"> • Bisa mendapatkan keuntungan jangka panjang sesuai dengan biaya <i>charter</i> yang ditentukan • Tidak perlu melakukan perencanaan penyewaan kapal apabila suatu saat diperlukan • Kapanpun kapal bisa siap digunakan saat dibutuhkan untuk operasional di dermaga 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak memerlukan biaya yang besar di awal • Tidak perlu mengeluarkan biaya operasional
Risiko	<ul style="list-style-type: none"> • Apabila terjadi penghentian operasional di dermaga, kemungkinan kapal akan berhenti 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak tersedianya kapal yang akan disewa • Kemungkinan spesifikasi kapal tidak memenuhi kondisi dermaga lebih besar

	beroperasi dan menyebabkan kerusakan kapal	
--	--	--

Dengan melihat tabel diatas dapat kita analisa perbedaan antara bangunan baru dengan sewa. Bangunan baru mempunyai biaya pengeluaran yang tinggi pada awal pembangunan sedangkan sewa tidak perlu mengeluarkan biaya yang tinggi pada awal. Bangunan baru mempunyai keuntungan yang lebih besar dari pada sewa secara jangka panjang sedangkan risiko yang dimilikinya tidak terlalu besar selama pengoperasian di dermaga berjalan dengan lancar.

Tabel 8.7 Data awal keuangan VWT

DATA	KETERANGAN	SATUAN
JENIS KAPAL	VWT tug	
Harga Kapal	9,359,743.63	USD
Harga Kapal	112,316,923,576	Rp
Bunga Pinjaman	10%	/ tahun
Modal Awal	2,339,936	USD
Pinjaman	7,019,808	USD
Jangka waktu pembayaran	10	tahun
Nilai bunga	\$ 701,980.77	/tahun
PENGELUARAN		
Modal Awal	\$ 2,339,935.91	
Pinjaman Pokok	\$ 7,019,807.72	/tahun

Tabel diatas merupakan tabel awal keuangan VWT. Harga kapal didapat dari perhitungan biaya bangunan baru pada Bab 5. Pada tabel diatas juga disebutkan bahwa bunga pinjaman di bank sebesar 10% per tahun dengan jangka waktu pembayaran 10 tahun, nilai ini didapat dari estimasi penulis sendiri dengan mempertimbangkan bunga pinjaman bank dan jangka waktu pembayaran pada umumnya. Modal awal perhitungan investasi ini diperoleh dari 25% harga kapal sedangkan pinjaman pokok bank diperoleh dari 75% harga kapal.

Tabel 8.8 Net cash flow tahun ke-0 sampai tahun ke-5 pada VWT

Interest Rate		10%					100% Charter
Time Charter							
PEMASUKAN							
TAHUN	0	1	2	3	4	5	
<i>Revenue per Year</i>		\$ 1,651,417.11	\$ 1,651,417.11	\$ 1,651,417.11	\$ 1,651,417.11	\$ 1,651,417.11	
<i>Revenue per day</i>		\$ 4,524.43	\$ 4,524.43	\$ 4,524.43	\$ 4,524.43	\$ 4,524.43	
<i>Jumlah Pemasukan</i>		\$ 1,651,417.11	\$ 1,651,417.11	\$ 1,651,417.11	\$ 1,651,417.11	\$ 1,651,417.11	
PENGELUARAN							
TAHUN	0	1	2	3	4	5	
Modal Awal	\$ 2,339,935.91						
Angsuran Bank		\$ 701,980.77	\$ 701,980.77	\$ 701,980.77	\$ 701,980.77	\$ 701,980.77	
Bunga Bank		\$ 70,198.08	\$ 63,178.27	\$ 56,158.46	\$ 49,138.65	\$ 21,059.42	
<i>Crew</i>		\$ 43,200.00	\$ 43,450.00	\$ 43,700.00	\$ 43,950.00	\$ 44,200.00	
<i>Maintenance and repairs</i>		\$ 100,000.00	\$ 100,000.00	\$ 150,000.00	\$ 100,000.00	\$ 175,000.00	
<i>Provision and stores</i>		\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	
<i>Insurance</i>		\$ 93,618	\$ 93,618	\$ 93,618	\$ 93,618	\$ 93,618	
<i>Administration</i>		\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	
Jumlah Pengeluaran	\$ 2,339,935.91	\$ 1,249,947.29	\$ 1,243,177.48	\$ 1,286,407.67	\$ 1,229,637.86	\$ 1,276,808.63	
<i>Net Cash flow</i>	-2339935.91	401469.82	408239.63	365009.44	421779.25	374608.48	
<i>kumulatif cash flow</i>	-2339935.91	-1938466.08	809709.46	773249.07	786788.69	796387.73	
<i>Present Value Factor, PVF</i>	1.0000	0.9091	0.8264	0.7513	0.6830	0.6209	
<i>PVF*Net Cash</i>	-2339935.908	364972.5679	337388.1259	274236.9948	288080.9015	232602.3922	
<i>Net Present Value, NPV</i>	0.01						
<i>IRR</i>	10.0000000738%						

Tabel diatas merupakan net cash flow antara tahun ke-0 sampai dengan tahun ke-5. Pada *range* tahun tersebut pemasukan diperoleh dari 100% *charter* kapal, hal ini dikarenakan pada *range* tahun tersebut kapal diumpamakan masih dalam tahun-tahun awal disewa. Sedangkan nilai pengeluaran didapat dari bunga bank sebesar 10% dari sisa angsuran biaya, pembayaran *crew* dengan estimasi jumlah *crew* 6 orang yang

masing-masing orang dibayar 600 dollar per bulan, biaya perawatan dan perbaikan yang diestimasikan sebesar 100,000.00 dollar per tahun dan akan meningkat pada tahun ke-3 dikarenakan pada tahun ke-3 terdapat *intermediate survey* yang dimungkinkan biaya akan meningkat serta terjadi peningkatan lagi pada tahun ke-5 karena terdapat *renewel survey*. Pengeluaran juga diperoleh dari biaya asuransi kapal sebesar 77,602.00 dollar per tahun, dan biaya administrasi yang menyangkut dengan manajemen, *flag expenses*, dan pelabuhan sebesar 230,000.00 dollar per tahun.

Tabel 8.9 Net cash flow tahun ke-6 sampai tahun ke-10 pada VWT

80% Charter

6	7	8	9	10
\$ 1,321,133.69	\$ 1,321,133.69	\$ 1,321,133.69	\$ 1,321,133.69	\$ 1,321,133.69
\$ 3,619.54	\$ 3,619.54	\$ 3,619.54	\$ 3,619.54	\$ 3,619.54
\$ 1,321,133.69	\$ 1,321,133.69	\$ 1,321,133.69	\$ 1,321,133.69	\$ 1,321,133.69
6	7	8	9	10
\$ 701,980.77	\$ 701,980.77	\$ 701,980.77	\$ 701,980.77	\$ 701,980.77
\$ 35,099.04	\$ 28,079.23	\$ 21,059.42	\$ 14,039.62	\$ 7,019.81
\$ 44,450.00	\$ 44,700.00	\$ 44,950.00	\$ 45,200.00	\$ 45,450.00
\$ 100,000.00	\$ 100,000.00	\$ 150,000.00	\$ 100,000.00	\$175,000.00
\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00
\$ 93,618	\$ 93,618	\$ 93,618	\$ 93,618	\$ 93,618
\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00
\$ 1,216,098.25	\$ 1,209,328.44	\$ 1,252,558.63	\$ 1,195,788.82	\$ 1,264,019.02
105035.44	111805.25	68575.06	125344.86	57114.67
479643.92	216840.69	180380.31	193919.92	182459.54
0.5645	0.5132	0.4665	0.4241	0.3855
59289.76826	57373.77112	31990.77	53158.45843	22020.17854

Tabel 8.9 merupakan tabel *net cash flow* antara tahun ke-6 sampai tahun ke-10. Pada *range* tahun tersebut *charter* kapal menurun menjadi 80% dari *charter* sebelumnya dikarenakan terdapat kemungkinan penurunan *performance* dari kapal. Berbeda dengan biaya *charter*, biaya operasional semakin meningkat dari sebelumnya dikarenakan terjadi kemungkinan kenaikan taraf hidup, kenaikan bahan makanan, inflasi maupun perubahan nilai tukar rupiah terhadap dollar yang tidak baik.

Tabel 8.10 Net cash flow tahun ke-11 sampai tahun ke-20 pada VWT

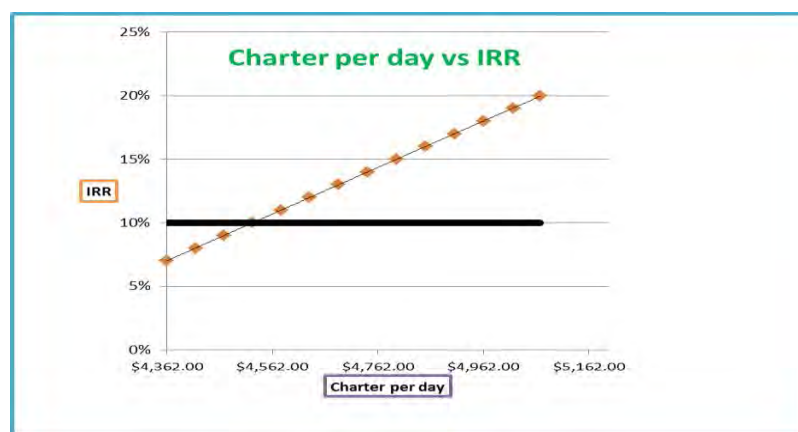
50% Charter

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
\$ 825,708.56	\$ 825,708.56	\$ 825,708.56	\$ 825,708.56	\$ 825,708.56	\$ 825,708.56	\$ 825,708.56	\$ 825,708.56	\$ 825,708.56	\$ 825,708.56
\$ 2,262.22	\$ 2,262.22	\$ 2,262.22	\$ 2,262.22	\$ 2,262.22	\$ 2,262.22	\$ 2,262.22	\$ 2,262.22	\$ 2,262.22	\$ 2,262.22
\$ 825,708.56	\$ 825,708.56	\$ 825,708.56	\$ 825,708.56	\$ 825,708.56	\$ 825,708.56	\$ 825,708.56	\$ 825,708.56	\$ 825,708.56	\$ 825,708.56
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
\$ 45,700.00	\$ 45,950.00	\$ 46,200.00	\$ 46,450.00	\$ 46,700.00	\$ 46,950.00	\$ 47,200.00	\$ 47,450.00	\$ 47,700.00	\$ 47,950.00
\$ 150,000.00	\$ 150,000.00	\$ 225,000.00	\$ 150,000.00	\$262,500.00	\$ 150,000.00	\$ 150,000.00	\$ 225,000.00	\$ 150,000.00	\$262,500.00
\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00
\$ 93,618	\$ 93,618	\$ 93,618	\$ 93,618	\$ 93,618	\$ 93,618	\$ 93,618	\$ 93,618	\$ 93,618	\$ 93,618
\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00
\$ 530,268.44	\$ 530,518.44	\$ 605,768.44	\$ 531,018.44	\$ 643,768.44	\$ 531,518.44	\$ 531,768.44	\$ 607,018.44	\$ 532,268.44	\$ 645,018.44
295440.12	295190.12	219940.12	294690.12	181940.12	294190.12	293940.12	218690.12	293440.12	180690.12
352554.79	590630.24	515130.24	514630.24	476630.24	476130.24	588130.24	512630.24	512130.24	474130.24
0.3505	0.3186	0.2897	0.2633	0.2394	0.2176	0.1978	0.1799	0.1635	0.1486
103549.9594	94056.66898	63708.81814	77601.11866	43555.01794	64024.34135	58154.48551	39333.34016	47979.80428	26858.43483

Tabel 8.10 merupakan tabel *net cash flow* antara tahun ke-11 sampai tahun ke-20. Pada *range* tahun tersebut *charter* kapal menurun menjadi 50% dari *charter* awal tahun dikarenakan terdapat kemungkinan penurunan *performance* dari kapal yang lebih besar. Seperti halnya pada tahun ke-6 sampai tahun ke-10, antara *range* tahun ke-11 sampai tahun ke-20 biaya operasional semakin meningkat dari sebelumnya dikarenakan terjadi kemungkinan kenaikan taraf hidup yang lebih besar, kenaikan bahan makanan, dan inflasi maupun perubahan nilai tukar rupiah terhadap dollar yang semakin tidak baik.

Tabel 8.11 Biaya *charter* terhadap nilai IRR pada VWT

IRR	Biaya charter
7%	\$ 4,362.45
8%	\$ 4,416.72
9%	\$ 4,470.43
10%	\$ 4,524.41
11%	\$ 4,578.62
12%	\$ 4,633.04
13%	\$ 4,687.65
14%	\$ 4,742.43
15%	\$ 4,797.39
16%	\$ 4,852.50
17%	\$ 4,907.76
18%	\$ 4,963.18
19%	\$ 5,018.74
20%	\$ 5,068.93



Gambar 8.2 Grafik *charter per day* dengan IRR pada VWT

Tabel 8.11 merupakan tabel dimana dengan menentukan biaya *charter* yang berbeda maka akan menghasilkan nilai IRR yang berbeda. IRR merupakan laju pengembalian dari serangkaian kegiatan *cash flow* yang dilakukan selama 20 tahun. Semisal waktu seorang owner menetapkan biaya *charter* sebesar 4,524.41 dollar per bulan maka nilai IRR adalah 10%, hal ini mepresentasikan bahwa dengan biaya *charter* 4,524.41 dollar maka owner akan mendapatkan keuntungan setelah 20 tahun sebesar 10% atau dengan kata lain mendapatkan keuntungan sebesar bunga bank yang dikenakan. Sedangkan gambar 8.2 merupakan representasi dari tabel 8.11 dalam bentuk grafik.

Dengan mempertimbangkan tabel *net cash flow* dan tabel biaya *charter* terhadap nilai IRR dapat dianalisa bagaimana keuntungan serta risiko apabila melakukan pengadaan kapal dengan cara bangunan baru ataupun sewa.

Tabel 8.0.12 Matriks perbandingan Bangunan dan Sewa pada VWT

	Bangunan baru	Sewa
<i>Capital cost</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Harus mengeluarkan uang sebesar 25% dari perhitungan biaya bangunan baru untuk dijadikan modal awal • Harus meminjam uang sebesar 75% dari perhitungan biaya bangunan baru ke bank 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak perlu mengeluarkan biaya modal pembangunan • Tidak perlu meminjam uang ke bank untuk keperluan pembangunan kapal
Keuntungan	<ul style="list-style-type: none"> • Bisa mendapatkan keuntungan jangka panjang sesuai dengan biaya <i>charter</i> yang ditentukan • Tidak perlu melakukan perencanaan penyewaan kapal apabila suatu saat diperlukan • Kapanpun kapal bisa siap digunakan saat dibutuhkan untuk operasional di dermaga 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak memerlukan biaya yang besar di awal • Tidak perlu mengeluarkan biaya operasional
Risiko	<ul style="list-style-type: none"> • Apabila terjadi penghentian 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak tersedianya kapal yang akan disewa • Kemungkinan spesifikasi kapal tidak

	operasional di dermaga, kemungkinan kapal akan berhenti beroperasi dan menyebabkan kerusakan kapal	memenuhi kondisi dermaga lebih besar
--	--	--------------------------------------

Dengan melihat tabel diatas dapat kita analisa perbedaan antara bangunan baru dengan sewa. Bangunan baru mempunyai biaya pengeluaran yang tinggi pada awal pembangunan sedangkan sewa tidak perlu mengeluarkan biaya yang tinggi pada awal. Bangunan baru mempunyai keuntungan yang lebih besar dari pada sewa secara jangka panjang sedangkan risiko yang dimilikinya tidak terlalu besar selama pengoperasian di dermaga berjalan dengan lancar.

Tabel 8.13 Data awal keuangan Rotor Tug

DATA	KETERANGAN	SATUAN
JENIS KAPAL	Rotor tug	
Harga Kapal	7,758,143.63	USD
Harga Kapal	93,097,723,576	Rp
Bunga Pinjaman	10%	/ tahun
Modal Awal	1,939,536	USD
Pinjaman	5,818,608	USD
Jangka waktu pembayaran	10	tahun
Nilai bunga	\$ 581,860.77	/tahun
PENGELUARAN		
Modal Awal	\$ 1,939,535.91	
Pinjaman Pokok	\$ 5,818,607.72	/tahun

Tabel diatas merupakan tabel awal keuangan Rotor Tug. Harga kapal didapat dari perhitungan biaya bangunan baru pada Bab 5. Pada tabel diatas juga disebutkan bahwa bunga pinjaman di bank sebesar 10% per tahun dengan jangka waktu pembayaran 10 tahun, nilai ini didapat dari estimasi penulis sendiri dengan mempertimbangkan bunga pinjaman bank dan jangka waktu pembayaran pada umumnya. Modal awal perhitungan investasi ini diperoleh dari 25% harga kapal sedangkan pinjaman pokok bank diperoleh dari 75% harga kapal.

Tabel 8.14 Net cash flow tahun ke-0 sampai tahun ke-5 pada Rotor Tug

interest rate

10%

100% Charter

Time Charter

PEMASUKAN						
TAHUN	0	1	2	3	4	5
<i>Revenue per year</i>		\$ 1,149,893.50	\$ 1,149,893.50	\$ 1,563,866.92	\$ 1,563,866.92	\$ 1,563,866.92
<i>Revenue per day</i>		\$ 3,150.39	\$ 3,150.39	\$ 3,150.39	\$ 3,150.39	\$ 3,150.39
Jumlah Pemasukan		\$ 1,149,893.50	\$ 1,149,893.50	\$ 1,563,866.92	\$ 1,563,866.92	\$ 1,563,866.92
PENGELUARAN						
TAHUN	0	1	2	3	4	5
Modal Awal	\$ 1,939,535.91					
Angsuran Bank		\$ 581,860.77	\$ 581,860.77	\$ 581,860.77	\$ 581,860.77	\$ 581,860.77
Bunga Bank		\$ 58,186.08	\$ 52,367.47	\$ 46,548.86	\$ 40,730.25	\$ 17,455.82
<i>Crew</i>		\$ 43,200.00	\$ 43,450.00	\$ 43,700.00	\$ 43,950.00	\$ 44,200.00
<i>Maintenance and repairs</i>		\$ 100,000.00	\$ 100,000.00	\$ 150,000.00	\$ 100,000.00	\$ 175,000.00
<i>Provision and stores</i>		\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00
<i>Insurance</i>		\$ 77,602.44	\$ 77,602	\$ 77,602	\$ 77,602	\$ 77,602
<i>Administration</i>		\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00
Jumlah Pengeluaran	\$ 1,939,535.91	\$ 1,101,799.29	\$ 1,096,230.68	\$ 1,140,662.07	\$ 1,085,093.46	\$ 1,137,069.03
<i>Net Cash flow (pemasukan - pe</i>	-1939535.91	48094.22	53662.83	423204.85	478773.46	426797.89
<i>kumulatif Cash flow</i>	-1939535.91	-1891441.69	101757.05	476867.68	901978.31	905571.35
<i>Present Value Factor, PVF</i>	1.0000	0.9091	0.8264	0.7513	0.6830	0.6209
<i>PVF*Net Cash flow</i>	-1939535.908	43722.01706	44349.44338	317960.0677	327008.7138	265007.9098
<i>Net Present Value, NPV</i>	0.010000					

Tabel diatas merupakan net cash flow antara tahun ke-0 sampai dengan tahun ke-5. Pada *range* tahun tersebut pemasukan diperoleh dari 100% *charter* kapal, hal ini dikarenakan pada *range* tahun tersebut kapal diumpamakan masih dalam tahun-tahun awal disewa. Sedangkan nilai pengeluaran didapat dari bunga bank sebesar 10% dari sisa angsuran biaya, pembayaran *crew* dengan estimasi jumlah *crew* 6 orang yang masing-masing orang dibayar 600 dollar per bulan, biaya perawatan dan perbaikan yang diestimasikan sebesar 100,000.00 dollar per tahun

dan akan meningkat pada tahun ke-3 dikarenakan pada tahun ke-3 terdapat *intermediate survey* yang dimungkinkan biaya akan meningkat serta terjadi peningkatan lagi pada tahun ke-5 karena terdapat *renewel survey*. Pengeluaran juga diperoleh dari biaya asuransi kapal sebesar 77,602.00 dollar per tahun, dan biaya administrasi yang menyangkut dengan manajemen, *flag expenses*, dan pelabuhan sebesar 230,000.00 dollar per tahun.

Tabel 8.15 Net cash flow tahun ke-6 sampai tahun ke-10 pada Rotor Tug

80% Charter

6	7	8	9	10
\$ 1,251,093.54	\$ 1,251,093.54	\$ 1,251,093.54	\$ 1,251,093.54	\$ 1,251,093.54
\$ 2,520.31	\$ 2,520.31	\$ 2,520.31	\$ 2,520.31	\$ 2,520.31
\$ 1,251,093.54	\$ 1,251,093.54	\$ 1,251,093.54	\$ 1,251,093.54	\$ 1,251,093.54
6	7	8	9	10
\$ 581,860.77	\$ 581,860.77	\$ 581,860.77	\$ 581,860.77	\$ 581,860.77
\$ 29,093.04	\$ 23,274.43	\$ 17,455.82	\$ 11,637.22	\$ 5,818.61
\$ 44,450.00	\$ 44,700.00	\$ 44,950.00	\$ 45,200.00	\$ 45,450.00
\$ 100,000.00	\$ 100,000.00	\$ 150,000.00	\$ 100,000.00	\$175,000.00
\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00
\$ 77,602	\$ 77,602	\$ 77,602	\$ 77,602	\$ 77,602
\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00
\$ 1,073,956.25	\$ 1,068,387.64	\$ 1,112,819.03	\$ 1,057,250.42	\$ 1,126,681.82
177137.29	182705.90	138274.50	193843.11	124411.72
603935.18	359843.19	320980.40	332117.62	318254.83
0.5645	0.5132	0.4665	0.4241	0.3855
99989.38178	93757.01424	64506.0769	82208.40228	47966.1038

Tabel 8.15 merupakan tabel *net cash flow* antara tahun ke-6 sampai tahun ke-10. Pada *range* tahun tersebut *charter* kapal menurun menjadi 80% dari *charter* sebelumnya dikarenakan terdapat kemungkinan penurunan *performance* dari kapal. Berbeda dengan biaya *charter*, biaya operasional semakin meningkat dari sebelumnya dikarenakan terjadi kemungkinan kenaikan taraf hidup, kenaikan bahan makanan, inflasi maupun perubahan nilai tukar rupiah terhadap dollar yang tidak baik.

Tabel 8.16 Net cash flow tahun ke-11 sampai tahun ke-20 pada Rotor Tug

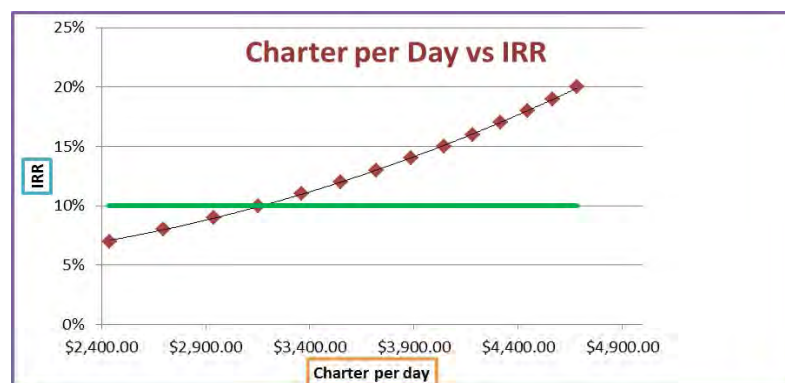
50% Charter

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
\$ 781,933.46	\$ 781,933.46	\$ 781,933.46	\$ 781,933.46	\$ 781,933.46	\$ 781,933.46	\$ 781,933.46	\$ 781,933.46	\$ 781,933.46	\$ 781,933.46
\$ 1,575.20	\$ 1,575.20	\$ 1,575.20	\$ 1,575.20	\$ 1,575.20	\$ 1,575.20	\$ 1,575.20	\$ 1,575.20	\$ 1,575.20	\$ 1,575.20
\$ 781,933.46	\$ 781,933.46	\$ 781,933.46	\$ 781,933.46	\$ 781,933.46	\$ 781,933.46	\$ 781,933.46	\$ 781,933.46	\$ 781,933.46	\$ 781,933.46
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
\$ 45,700.00	\$ 45,950.00	\$ 46,200.00	\$ 46,450.00	\$ 46,700.00	\$ 46,950.00	\$ 47,200.00	\$ 47,450.00	\$ 47,700.00	\$ 47,950.00
\$ 150,000.00	\$ 150,000.00	\$ 225,000.00	\$ 150,000.00	\$262,500.00	\$ 150,000.00	\$ 150,000.00	\$ 225,000.00	\$ 150,000.00	\$262,500.00
\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00
\$ 77,602	\$ 77,602	\$ 77,602	\$ 77,602	\$ 77,602	\$ 77,602	\$ 77,602	\$ 77,602	\$ 77,602	\$ 77,602
\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00
\$ 514,252.44	\$ 514,502.44	\$ 589,752.44	\$ 515,002.44	\$ 627,752.44	\$ 515,502.44	\$ 515,752.44	\$ 591,002.44	\$ 516,252.44	\$ 629,002.44
267681.02	267431.02	192181.02	266931.02	154181.02	266431.02	266181.02	190931.02	265681.02	152931.02
392092.74	535112.05	459612.05	459112.05	421112.05	420612.05	532612.05	457112.05	456612.05	418612.05
0.3505	0.3186	0.2897	0.2633	0.2394	0.2176	0.1978	0.1799	0.1635	0.1486
93820.56591	85211.76585	55667.99711	70291.28136	36909.7113	57983.15349	52662.49655	34340.62293	43440.97043	22732.22224

Tabel 8.16 merupakan tabel *net cash flow* antara tahun ke-11 sampai tahun ke-20. Pada *range* tahun tersebut *charter* kapal menurun menjadi 50% dari *charter* awal tahun dikarenakan terdapat kemungkinan penurunan *performance* dari kapal yang lebih besar. Seperti halnya pada tahun ke-6 sampai tahun ke-10, antara *range* tahun ke-11 sampai tahun ke-20 biaya operasional semakin meningkat dari sebelumnya dikarenakan terjadi kemungkinan kenaikan taraf hidup yang lebih besar, kenaikan bahan makanan, dan inflasi maupun perubahan nilai tukar rupiah terhadap dollar yang semakin tidak baik.

Tabel 8.17 Biaya *charter* terhadap nilai IRR pada Rotor Tug

IRR	Biaya charter
7%	\$ 2,438.43
8%	\$ 2,699.25
9%	\$ 2,937.47
10%	\$ 3,150.39
11%	\$ 3,360.77
12%	\$ 3,547.74
13%	\$ 3,718.18
14%	\$ 3,885.38
15%	\$ 4,042.69
16%	\$ 4,181.22
17%	\$ 4,317.04
18%	\$ 4,445.42
19%	\$ 4,567.38
20%	\$ 4,681.45



Gambar 8.3 Grafik *charter per day* dengan IRR pada Rotor Tug

Tabel 8.17 merupakan tabel dimana dengan menentukan biaya *charter* yang berbeda maka akan menghasilkan nilai IRR yang berbeda. IRR merupakan laju pengembalian dari serangkaian kegiatan *cash flow* yang dilakukan selama 20 tahun. Semisal waktu seorang owner menetapkan biaya *charter* sebesar 3,150.39 dollar per bulan maka nilai IRR adalah 10%, hal ini mepresentasikan bahwa dengan biaya *charter* 3,150.39 dollar maka owner akan mendapatkan keuntungan setelah 20 tahun sebesar 10% atau dengan kata lain mendapatkan keuntungan sebesar bunga bank yang dikenakan. Sedangkan gambar 8.3 merupakan representasi dari tabel 8.17 dalam bentuk grafik.

Dengan mempertimbangkan tabel *net cash flow* dan tabel biaya *charter* terhadap nilai IRR dapat dianalisa bagaimana keuntungan serta risiko apabila melakukan pengadaan kapal dengan cara bangunan baru ataupun sewa.

Tabel 8.18 Matriks perbandingan Bangunan dan Sewa pada Rotor Tug

	Bangunan baru	Sewa
<i>Capital cost</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Harus mengeluarkan uang sebesar 25% dari perhitungan biaya bangunan baru untuk dijadikan modal awal • Harus meminjam uang sebesar 75% dari perhitungan biaya bangunan baru ke bank 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak perlu mengeluarkan biaya modal pembangunan • Tidak perlu meminjam uang ke bank untuk keperluan pembangunan kapal
Keuntungan	<ul style="list-style-type: none"> • Bisa mendapatkan keuntungan jangka panjang sesuai dengan biaya <i>charter</i> yang ditentukan • Tidak perlu melakukan perencanaan penyewaan kapal apabila suatu saat diperlukan • Kapanpun kapal bisa siap digunakan saat dibutuhkan untuk operasional di dermaga 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak memerlukan biaya yang besar di awal • Tidak perlu mengeluarkan biaya operasional
Risiko	<ul style="list-style-type: none"> • Apabila terjadi penghentian operasional di dermaga, kemungkinan kapal akan berhenti beroperasi dan 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak tersedianya kapal yang akan disewa • Kemungkinan spesifikasi kapal tidak memenuhi kondisi dermaga lebih besar

	menyebabkan kerusakan kapal	
--	-----------------------------	--

Dengan melihat tabel diatas dapat kita analisa perbedaan antara bangunan baru dengan sewa. Bangunan baru mempunyai biaya pengeluaran yang tinggi pada awal pembangunan sedangkan sewa tidak perlu mengeluarkan biaya yang tinggi pada awal. Bangunan baru mempunyai keuntungan yang lebih besar dari pada sewa secara jangka panjang sedangkan risiko yang dimilikinya tidak terlalu besar selama pengoperasian di dermaga berjalan dengan lancar.

Tabel 8.19 Data awal keuangan Tractor Plus

DATA	KETERANGAN	SATUAN
JENIS KAPAL	Tractor Plus	
Harga Kapal	10,077,603.63	USD
Harga Kapal	120,931,243,576	Rp
Bunga Pinjaman	10%	/ tahun
Modal Awal	2,519,401	USD
Pinjaman	7,558,203	USD
Jangka waktu pembayaran	10	tahun
Nilai bunga	\$ 755,820.27	/tahun
PENGELUARAN		
Modal Awal	2,519,400.91	
Pinjaman Pokok	7,558,202.72	/tahun

Tabel diatas merupakan tabel awal keuangan Rotor Tug. Harga kapal didapat dari perhitungan biaya bangunan baru pada Bab 5. Pada tabel diatas juga disebutkan bahwa bunga pinjaman di bank sebesar 10% per tahun dengan jangka waktu pembayaran 10 tahun, nilai ini didapat dari estimasi penulis sendiri dengan mempertimbangkan bunga pinjaman bank dan jangka waktu pembayaran pada umumnya. Modal awal perhitungan investasi ini diperoleh dari 25% harga kapal sedangkan pinjaman pokok bank diperoleh dari 75% harga kapal.

Tabel 8.20 Net cash flow tahun ke-0 sampai tahun ke-5 pada Tractor Plus

Interest Rate

10%

100% Charter

Time Charter

PEMASUKAN						
TAHUN	0	1	2	3	4	5
<i>Revenue per year</i>		\$ 1,737,612.62	\$ 1,737,612.62	\$ 1,737,612.62	\$ 1,737,612.62	\$ 1,737,612.62
<i>Revenue per day</i>		\$ 4,760.58	\$ 4,760.58	\$ 4,760.58	\$ 4,760.58	\$ 4,760.58
<i>Jumlah Penerimaan</i>		\$ 1,737,612.62	\$ 1,737,612.62	\$ 1,737,612.62		\$ 1,737,612.62
PENGELUARAN						
TAHUN	0	1	2	3	4	5
Modal Awal	\$ 2,519,400.91					
Angsuran Bank		\$ 755,820.27	\$ 755,820.27	\$ 755,820.27	\$ 755,820.27	\$ 755,820.27
Bunga Bank		\$ 75,582.03	\$ 68,023.82	\$ 60,465.62	\$ 52,907.42	\$ 22,674.61
<i>Crew</i>		\$ 43,200.00	\$ 43,450.00	\$ 43,700.00	\$ 43,950.00	\$ 44,200.00
<i>Maintenance and repairs</i>		\$ 100,000.00	\$ 100,000.00	\$ 150,000.00	\$ 100,000.00	\$ 175,000.00
<i>Provision and stores</i>		\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00
<i>Insurance</i>		\$ 100,797	\$ 100,797	\$ 100,797	\$ 100,797	\$ 100,797
<i>Administration</i>		\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00
Jumlah Pengeluaran	\$ 2,519,400.91	\$ 1,316,349.34	\$ 1,309,041.13	\$ 1,351,732.93	\$ 1,294,424.73	\$ 1,339,441.92
<i>Net Cash Flow</i>	-2519400.91	421263.28	428571.48	385879.69	443187.89	398170.70
<i>Kumulatif Cash Flow</i>	-2519400.91	421263.28	849834.76	814451.17	829067.57	841358.59
<i>Present Value Factor, PVF</i>	1.0000	0.9091	0.8264	0.7513	0.6830	0.6209
<i>PVF*Net Cash</i>	-2519400.908	382966.6188	354191.3086	289917.1195	302703.2913	247232.6777
<i>Net Present Value, NPV</i>	0.01					
<i>IRR</i>	10%					

Tabel diatas merupakan net cash flow antara tahun ke-0 sampai dengan tahun ke-5. Pada *range* tahun tersebut pemasukan diperoleh dari 100% *charter* kapal, hal ini dikarenakan pada *range* tahun tersebut kapal diumpamakan masih dalam tahun-tahun awal disewa. Sedangkan nilai pengeluaran didapat dari bunga bank sebesar 10% dari sisa angsuran biaya, pembayaran *crew* dengan estimasi jumlah *crew* 6 orang yang masing-masing orang dibayar 600 dollar per bulan, biaya perawatan dan perbaikan yang diestimasikan sebesar 100,000.00 dollar per tahun

dan akan meningkat pada tahun ke-3 dikarenakan pada tahun ke-3 terdapat *intermediate survey* yang dimungkinkan biaya akan meningkat serta terjadi peningkatan lagi pada tahun ke-5 karena terdapat *renewel survey*. Pengeluaran juga diperoleh dari biaya asuransi kapal sebesar 77,602.00 dollar per tahun, dan biaya administrasi yang menyangkut dengan manajemen, *flag expenses*, dan pelabuhan sebesar 230,000.00 dollar per tahun.

Tabel 8.21 Net cash flow tahun ke-6 sampai tahun ke-10 pada Tractor Plus

80% Charter

6	7	8	9	10
\$ 1,390,090.09	\$ 1,390,090.09	\$ 1,390,090.09	\$ 1,390,090.09	\$ 1,390,090.09
\$ 3,808.47	\$ 3,808.47	\$ 3,808.47	\$ 3,808.47	\$ 3,808.47
\$ 1,390,090.09	\$ 1,390,090.09	\$ 1,390,090.09	\$ 1,390,090.09	\$ 1,390,090.09
6	7	8	9	10
\$ 755,820.27	\$ 755,820.27	\$ 755,820.27	\$ 755,820.27	\$ 755,820.27
\$ 37,791.01	\$ 30,232.81	\$ 22,674.61	\$ 15,116.41	\$ 7,558.20
\$ 44,450.00	\$ 44,700.00	\$ 44,950.00	\$ 45,200.00	\$ 45,450.00
\$ 100,000.00	\$ 100,000.00	\$ 150,000.00	\$ 100,000.00	\$175,000.00
\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00
\$ 100,797	\$ 100,797	\$ 100,797	\$ 100,797	\$ 100,797
\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00
\$ 1,279,808.32	\$ 1,272,500.12	\$ 1,315,191.92	\$ 1,257,883.71	\$ 1,325,575.51
110281.77	117589.97	74898.18	132206.38	64514.58
508452.47	227871.74	192488.15	207104.56	196720.96
0.5645	0.5132	0.4665	0.4241	0.3855
62251.18466	60342.24961	34940.55205	56068.41052	24873.1641

Tabel 8.21 merupakan tabel *net cash flow* antara tahun ke-6 sampai tahun ke-10. Pada *range* tahun tersebut *charter* kapal menurun menjadi 80% dari *charter* sebelumnya dikarenakan terdapat kemungkinan penurunan *performance* dari kapal. Berbeda dengan biaya *charter*, biaya operasional semakin meningkat dari sebelumnya dikarenakan terjadi kemungkinan kenaikan taraf hidup, kenaikan bahan makanan, inflasi maupun perubahan nilai tukar rupiah terhadap dollar yang tidak baik.

Tabel 8.22 Net cash flow tahun ke-11 sampai tahun ke-20 pada Tractor Plus

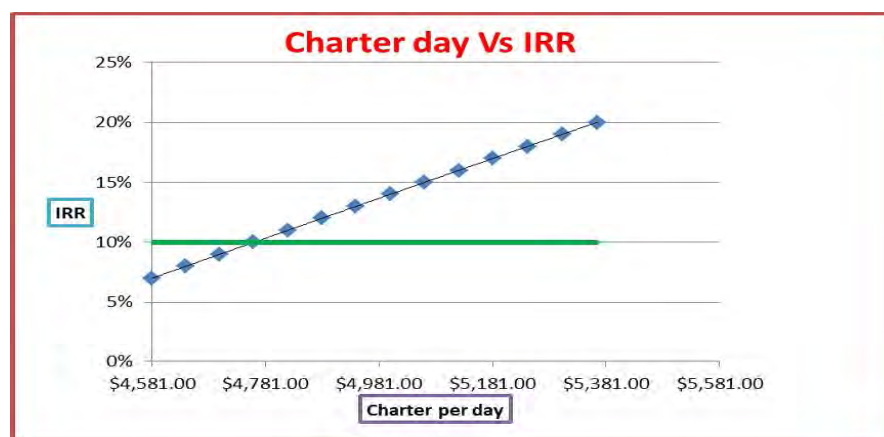
50% Charter

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
\$ 868,806.31	\$ 868,806.31	\$ 868,806.31	\$ 868,806.31	\$ 868,806.31	\$ 868,806.31	\$ 868,806.31	\$ 868,806.31	\$ 868,806.31	\$ 868,806.31
\$ 2,380.29	\$ 2,380.29	\$ 2,380.29	\$ 2,380.29	\$ 2,380.29	\$ 2,380.29	\$ 2,380.29	\$ 2,380.29	\$ 2,380.29	\$ 2,380.29
\$ 868,806.31	\$ 868,806.31	\$ 868,806.31	\$ 868,806.31	\$ 868,806.31	\$ 868,806.31	\$ 868,806.31	\$ 868,806.31	\$ 868,806.31	\$ 868,806.31
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
\$ 45,700.00	\$ 45,950.00	\$ 46,200.00	\$ 46,450.00	\$ 46,700.00	\$ 46,950.00	\$ 47,200.00	\$ 47,450.00	\$ 47,700.00	\$ 47,950.00
\$ 150,000.00	\$ 150,000.00	\$ 225,000.00	\$ 150,000.00	\$262,500.00	\$ 150,000.00	\$ 150,000.00	\$ 225,000.00	\$ 150,000.00	\$262,500.00
\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00	\$ 10,950.00
\$ 100,797	\$ 100,797	\$ 100,797	\$ 100,797	\$ 100,797	\$ 100,797	\$ 100,797	\$ 100,797	\$ 100,797	\$ 100,797
\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00	\$ 230,000.00
\$ 537,447.04	\$ 537,697.04	\$ 612,947.04	\$ 538,197.04	\$ 650,947.04	\$ 538,697.04	\$ 538,947.04	\$ 614,197.04	\$ 539,447.04	\$ 652,197.04
331359.27	331109.27	255859.27	330609.27	217859.27	330109.27	329859.27	254609.27	329359.27	216609.27
395873.85	662468.54	586968.54	586468.54	548468.54	547968.54	659968.54	584468.54	583968.54	545968.54
0.3505	0.3186	0.2897	0.2633	0.2394	0.2176	0.1978	0.1799	0.1635	0.1486
116139.4034	105501.6181	74113.31731	87059.75427	52153.77759	71841.39557	65260.89844	45793.71555	53852.87282	32197.58805

Tabel 8.22 merupakan tabel *net cash flow* antara tahun ke-11 sampai tahun ke-20. Pada *range* tahun tersebut *charter* kapal menurun menjadi 50% dari *charter* awal tahun dikarenakan terdapat kemungkinan penurunan *performance* dari kapal yang lebih besar. Seperti halnya pada tahun ke-6 sampai tahun ke-10, antara *range* tahun ke-11 sampai tahun ke-20 biaya operasional semakin meningkat dari sebelumnya dikarenakan terjadi kemungkinan kenaikan taraf hidup yang lebih besar, kenaikan bahan makanan, dan inflasi maupun perubahan nilai tukar rupiah terhadap dollar yang semakin tidak baik.

Tabel 8.23 Biaya *charter* terhadap nilai IRR pada Tractor Plus

IRR	Biaya charter
7%	\$ 4,581.06
8%	\$ 4,641.08
9%	\$ 4,700.74
10%	\$ 4,760.57
11%	\$ 4,820.54
12%	\$ 4,880.65
13%	\$ 4,940.87
14%	\$ 5,001.19
15%	\$ 5,061.61
16%	\$ 5,122.11
17%	\$ 5,182.71
18%	\$ 5,243.40
19%	\$ 5,304.18
20%	\$ 5,365.06



Gambar 8.4 Grafik *charter per day* dengan IRR pada Tractor Plus

Tabel 8.23 merupakan tabel dimana dengan menentukan biaya *charter* yang berbeda maka akan menghasilkan nilai IRR yang berbeda. IRR merupakan laju pengembalian dari serangkaian kegiatan *cash flow* yang dilakukan selama 20 tahun. Semisal waktu seorang owner menetapkan biaya *charter* sebesar 4,760.57 dollar per bulan maka nilai IRR adalah 10%, hal ini mepresentasikan bahwa dengan biaya *charter* 4,760.57 dollar maka owner akan mendapatkan keuntungan setelah 20 tahun sebesar 10% atau dengan kata lain mendapatkan keuntungan sebesar bunga bank yang dikenakan. Sedangkan gambar 8.4 merupakan representasi dari tabel 8.23 dalam bentuk grafik.

Dengan mempertimbangkan tabel *net cash flow* dan tabel biaya *charter* terhadap nilai IRR dapat dianalisa bagaimana keuntungan serta risiko apabila melakukan pengadaan kapal dengan cara bangunan baru ataupun sewa.

Tabel 8.24 Matriks perbandingan Bangunan dan Sewa pada Rotor Tug

	Bangunan baru	Sewa
<i>Capital cost</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Harus mengeluarkan uang sebesar 25% dari perhitungan biaya bangunan baru untuk dijadikan modal awal • Harus meminjam uang sebesar 75% dari perhitungan biaya bangunan baru ke bank 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak perlu mengeluarkan biaya modal pembangunan • Tidak perlu meminjam uang ke bank untuk keperluan pembangunan kapal
Keuntungan	<ul style="list-style-type: none"> • Bisa mendapatkan keuntungan jangka panjang sesuai dengan biaya <i>charter</i> yang ditentukan • Tidak perlu melakukan perencanaan penyewaan kapal apabila suatu saat diperlukan • Kapanpun kapal bisa siap digunakan saat dibutuhkan untuk operasional di dermaga 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak memerlukan biaya yang besar di awal • Tidak perlu mengeluarkan biaya operasional
Risiko	<ul style="list-style-type: none"> • Apabila terjadi penghentian operasional di dermaga, kemungkinan kapal akan berhenti 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak tersedianya kapal yang akan disewa • Kemungkinan spesifikasi kapal tidak memenuhi kondisi dermaga lebih besar

	beroperasi dan menyebab kerusakan kapal	
--	---	--

Dengan melihat tabel diatas dapat kita analisa perbedaan antara bangunan baru dengan sewa. Bangunan baru mempunyai biaya pengeluaran yang tinggi pada awal pembangunan sedangkan sewa tidak perlu mengeluarkan biaya yang tinggi pada awal. Bangunan baru mempunyai keuntungan yang lebih besar dari pada sewa secara jangka panjang sedangkan risiko yang dimilikinya tidak terlalu besar selama pengoperasian di dermaga berjalan dengan lancar.



BAB 9

KESIMPULAN DAN SARAN

9.1 Gambaran Umum

Pada Bab 9 ini akan dikemukakan hasil kesimpulan dari seluruh proses pemilihan *escort tug*, analisa pemilihan bahan bakar serta pemilihan cara pengadaan kapal bangunan baru atau sewa. Hasil dari kesimpulan ini diharapkan nantinya akan menjawab segala permasalahan dalam melakukan pemilihan *escort tug*. Pada bab ini juga akan diberikan saran jika mungkin ada penelitian-penelitian yang berhubungan dengan tugas akhir ini nantinya.

9.2 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan pada Bab 4, 5, 6, 7, dan 8 dalam melakukan kajian mengenai *escort tug* dapat disimpulkan bahwa :

1. Tipe *escort tug* yang akan dipakai di dermaga PT Badak NGL sesuai dengan metode AHP adalah rotor tug dikarenakan rotor tug mempunyai bobot tertinggi, dengan bobot 0.37582074 atau 37.582074% sedangkan tractor plus 0.316497029 atau 31.64970129%, ASD 0.179768541 atau 17.9768541%, dan VWT 0.127913691 atau 12.7913691%.
2. Bahan bakar yang akan dipakai dalam pengoperasian *escort tug* ini adalah bahan bakar gas, karena dinilai lebih ramah lingkungan dan biaya bahan bakar yang dikeluarkan dalam waktu satu tahun lebih hemat daripada bahan bakar Diesel.
3. Pengadaan *escort tug* ini akan dilakukan dengan cara membuat bangunan baru karena bangunan baru ini dapat menguntungkan perusahaan secara jangka panjang, dengan pertimbangan apabila *escort tug* tidak digunakan di dermaga PT Badak maka *escort tug* dapat disewakan ke Dermaga lainnya.

9.3 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian lebih lanjut mengenai tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Dianjurkan agar penelitian selanjutnya lebih kompleks dalam memakai kriteria pemilihan karena apabila kita menggunakan metode AHP kriteria yang lebih kompleks akan menghasilkan keputusan yang lebih valid.
2. Dalam melakukan pemilihan bahan bakar dianjurkan penelitian yang akan datang juga mempertimbangkan kinerja dari mesin yang dipilih.
3. Penelitian kedepan diharapkan lebih banyak membuat skenario dalam melakukan pemilihan apakah menyewa atau bangunan baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Arslan, ozean. 2010 *Analitycal Comparison of Different Tanker Simulators by Utilizing AHP Method*. Maritime Faculty of Istanbul Technical University.
- Barras. 2004. *Ship design and performance for master and mates*. London : elvesier
- Divison for maritime industry (DMI). 2005. *Report :Interactive tug simulationstudy first*.Brondy: FORCE Technology
- Dejong, johan. 2012. *Ship Assist in Fully Exposed Conditions –Joint Industry Project Safetug*. Tugology. Southampton,Uk : Tugology
- Hensen, henk. 2013. *Report on Safe Tug Precedures*. Netherland
- Hensen, henk. *Azimuth Stern Drive Guidelines*. Netherland: The Nautical Institut
- Iglesias, Santiago. 2005. *Concept and Operation Mode of The Advance Electronic Control System of The Azimuth Propeller in Tugs*. Journal of Maritime Research.
- Jurgens, dirk. 2009. *Voith sheneider propeller-an efficient propulsion system for DP controlled vessels*. Germany:dynamic positioning commite.
- Jurgens, dirk. 2009. *Voith Water Tractor- Improved Manouevrability and Seakeeping Behaviour*. Netherland : Tugology
- Jansen, marinus. 2012. *Safe Escorting DutiesPut in perspective*. The Art of Tugology's Paper.
- Jansen, marinus. 2012. *Pilot Transfer with Tug*. The Art of Tugology's Paper.
- Jansen, marinus. 2012. *Ship Handling in Port*. The Art of Tugology's Paper.
- Kasteren, van. 2012. *The Ultimate Balance Between Safe Ship Assist and Safe Escorting Duties*. The Art of Tugology's Paper.
- Prabaswara,Radite. 2013. *Perancangan Kapal LCT Pengangkut CNG Berbahan Bakar Gas di Daerah Kalimantan timur*. Surabaya: Tugas akhir.
- Prof Salengke. 2006. *Buku Ajar Ekonomi Teknik*. Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian Unhas.
- Quadflieg, Frans. 2006. *Development of Calculation Program for Escort Forces of Stern Drive tug Boats*. Holland: 19th International Tug and Salvage Convention.

Scalzo, steve. 2012. *Tractor Plus Performance*. USA: Force Company

Suryadi, Kadarsyah dan Ramdhani, M. Ali (1998), *Sistem Pendukung Keputusan Suatu Wacana Struktural Idealisasi & Implementasi Konsep Pengambilan Keputusan*, Remaja Rosdakarya, Bandung.

Saaty, T.L. 1990. *Decision Making for Leaders*, RWS Publications, Pittsburgh.

Sutikno.2013 *Sistem Pendukung Keputusan Metode AHP untuk Pemilihan Siswa dalam Mengikuti Olimpiade Sains di Sekolah Menengah Atas*. Paper.

Sinaga, Johannes. 2009. *Penerapan Analytical Hierarchi Process dalam Pemilihan Perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) sebagai Tempat Kerja Mahasiswa Universitas Sumatera Utara*. USU: Skripsi.

Yulius,thomas. 2011. *Studi komparasi teknis dan ekonomis pada dua jenis harbour tug yaitu voith water tractor dan azimuth stern drive dalam penggunaannya di terminal LNG muara karang*. Surabaya: Tugas akhir.

BIODATA PENULIS



Dilahirkan di Tulungagung pada 18 Juni 1991, Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis mempunyai kemampuan yang baik dalam membuat sebuah karya dalam bentuk lagu. Sewaktu masih SMP penulis sering membuat lagu hingga membuat sampai dua album. Penulis sangat mudah bergaul dengan siapa saja yang sudah dikenal maupun baru dikenal.

Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar mulai TK sampai dengan SMA di kota yang sama, yaitu di kota Tulungagung. Penulis memulai TK di TK Darma Wanita Mojoarum, Kemudian dilanjutkan di SDN 1 Mojoarum, kemudian SMPN 1 Tulungagung dan SMAN 1 Boyolangu. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2010 melalui jalur PMDK.

Di Jurusan Teknik Perkapalan penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Perancangan Kapal, namun begitu penulis juga tertarik pada penelitian mengenai konstruksi. Selama masa studi di ITS, penulis aktif berkegiatan di berbagai kegiatan internal maupun eksternal kampus. Di internal kampus, penulis pernah menjabat sebagai SC perkaderan Teknik Perkapalan angkatan 2012, staff bidang minat dan bakat HIMATEKPAL, serta wakil ketua Mahkamah Mahasiswa ITS sedangkan di eksternal kampus, penulis menjabat sebagai anggota HMI dan kabid P3A HMI komisariat Perkapalan. Selain pengalaman organisasi, penulis juga aktif dalam kegiatan riset, terbukti penulis merupakan anggota SRDT (*Student Research and Development Team*) yang mana mempunyai tujuan riset mengenai pengembangan pulau Maratua, Kalimantan Timur kerjasama dengan hoscsihule WISMAR (jerman). Penulis juga merupakan guru privat sekaligus direktur dari kursus privat yang dimilikinya sendiri sewaktu masih kuliah. Penulis sangat tertarik apabila bisa bergabung dengan berbagai penelitian yang menyangkut dengan bidang Perkapalan, *Offshore*, maupun konstruksi.

Email: frenkycahya@gmail.com

Pada lampiran ini biaya pembangunan yang ditampilkan adalah biaya pembangunan ASD saja. Untuk biaya pembangunan kapal lainnya secara keseluruhan sama yang berbeda hanya pada harga system propulsinya.

NO	URAIAN PEKERJAAN / MATERIAL	VOLUME	LOCAL MATERIAL		IMPORTED MATERIAL	
			UNIT PRICE(RP)	TOTAL PRICE(RP)	UNIT PRICE(US\$)	TOTAL PRICE(US\$)
I	HULL MATERIAL					
	1.01 Plates, profiles, consumables					
	1. Material of plates and profiles					
	1. Plates	25000 0 kg	9.000	2.250.000.000		
	2. Profiles	25000 kg	11.000	275.000.000		
	2. Consumables					
	1. Electrode	10000 kg	14.500	145.000.000		
2. Oxygen	2000 kg	70.000	140.000.000			
3. LPG	200 kg	250.000	50.000.000			
			sub jumlah :	2.860.000.000		
	1.02 Blasting, painting, corrosion prevention					

	1. Material Blasting					
	1. Sandblasting + shopprimer for plate surface	7800 m ²	40.000	312.000.000		
	2. Painting and corrosion prevention					
	1. Red lead paint	300 liter	74.000	22.200.000		
	2. Anti corrosive paint	550 liter	74.000	40.700.000		
	3. Anti fouling paint	340 liter	152.000	51.680.000		
	4. Bottop paint	80 liter	45.000	3.600.000		
	5. Deck coat	100 liter	42.000	4.200.000		
	6. finished coat	500 liter	53.000	26.500.000		
	7. Iron oxide coat	400 liter	52.000	20.800.000		
	8. Coal tar coat	50 liter	48.000	2.400.000		
	9. Tar epoxy coat	110 liter	48.000	5.280.000		
	10. Sealer	135 liter	45.000	6.075.000		
	11. High resistance coat	80 liter	70.000	5.600.000		
	12. High built epoxy tasteand coat	80 liter	61.000	4.880.000		
	13. Bitumen solution	50 liter	47.000	2.350.000		
	14 Thinner	840 liter	27.000	22.680.000		
	15 Aluminium anode	17 pc				

II	TOTAL : HULL AND DECK OUTFIT 2.01 Deck outfit 1. Deck machinery 1. Electric anchor windlass, line pull 4T 2. Power pack 3. Towing hook 2. Mooring outfit & Towing fitting 2.1 Anchor chain & cable 1. Anchor 495 kg 2. Anchor chain 22mm, 302.5 m 3 Chain stopper 4 Anchor shackle		550.000	9.350.000				
			sub jumlah :	540.295.000				
					3.400.295.000			
					00			
				1 set	650.450.000	650.450.000		
				1 set	190.700.000	190.700.000		
				1 unit	205.000.000	205.000.000		
				2 pc	12.500.000	25.000.000		
				9 length	5.500.000	49.500.000		
				2 pc	1.500.000	3.000.000		
		2 pc	450.000	900.000				
		2 pc	550.000	1.100.000				
		2 pc	450.000	900.000				
	5 Joining shackle 6 Swivel 2.2 Mooring fitting, ropes,etc							

1 Towing beam (rail steel)	1 unit	6.500.000	6.500.000		
2 Towing beat at forward, steel pipe dia 300mm	1 unit	4.500.000	4.500.000		
3 Mooring pipe, case steel dia 400mm	1 unit	8.500.000	8.500.000		
4 Double bollard, steel pipe dia 200mm	4 pc	750.000	3.000.000		
5 Mooring ropes polyprpylena dia 32mmx200mm	1 pc	6.500.000	6.500.000		
6 Mooring ropes nylon polyster dia 75mmx200mm	2 pc	8.667.000	17.334.000		
3. Fender					
1 Hollow rubber fender dia 350mm at fore ship	1set	18.000.000	18.000.000		
2 Hollow rubber fender dia 350mm at both corners aft ship	2 unit	9.000.000	18.000.000		
3 Tire fender dia R 15	36 pc	750.000	27.000.000		
4 Tire fender dia R 26	10 pc	1.150.000	11.500.000		
5 Steel half pipe fender at both sides, dia 250mm	42 meter	550.000	23.100.000		
4. Ventilators & air conditioner					
1 engine room axial reversible 33,000 m ³ /hr	2 set	14.500.000	29.000.000		
2 galley, axial reversible 320 m ³ /hr	1 set	7.500.000	7.500.000		
3 Sanitary rooms, axial reversible (main deck= 310 m ³ /hr, under main deck =570 m ³ /hr)	2 set	3.750.000	7.500.000		
4 Ducting for engine room	1 lot	70.000.000	70.000.000		
5 Exhaust fan (mechanical hood)	1 lot	4.500.000	4.500.000		

	6 Unit central AC	1 lot	265.000.000	265.000.000		
	7 Ducting for central AC system to mess room, rudder and engine control room, and accomodation rooms	1 lot	80.000.000	80.000.000		
	5. Adjustable mast	1 unit	6.000.000	6.000.000		
	6. Life saving appliances					
	1 inflatable liferaft cap 20 persons	2 pc	35.000.000	70.000.000		
	2 lifebouy + torch+ lifeline	6 pc	550.000	3.300.000		
	3 Life jacket	20 pc	176.000	3.520.000		
	4 Line throwing apparatus	1 pc	3.500.000	3.500.000		
	5 Parachute flare	12 pc	170.000	2.040.000		
	6 Hand flare	6 pc	75.000	450.000		
	7 Smoke signal	2 pc	170.000	340.000		
	8 Watrcherproof emergency t	2 pc	350.000	700.000		
2	9 Fire aid kid	2 pc	250.000	500.000		
7	Accomdation and interior					
	Windows and scuttles					
	1 Rectangular windows fixed type					
	1 700mmx1000mm, glases	4 pc				

	wooden frame		910.000	3.640.000		
	2 800mmx1200mm, glasses all, frame c/w hole dia 300mm(W/H center fore/aft)	1 pc	1.100.000	1.100.000		
	3 800mmx1200mm, glasses all frame (W/H both sides front)	2 pc	1.000.000	2.000.000		
	4 800mmx1200mm, glasses all frame (W/H center aft)	3 pc	1.000.000	3.000.000		
	2 Parallel windows fixed type					
	1 1050mmx1150mm, glasses all frame (W/H, P/S front)	2 pc	2.600.000	5.200.000		
	2 1050mmx1150mm, glasses all frame (W/H, P/S aft)	2 pc	2.600.000	5.200.000		
	3 Trapezoid windows fixed type					
	1 1145mm+864mmx1100mm, glass allframe (W/H, P/S)	4 pc	2.730.000	10.920.000		
	2 1145mm+1215mmx507mm,glass all frame (W/H top,front)	2 pc	2.210.000	4.420.000		
	3 988mm+689mmx507mm, glass all frame (W/H top,front aft)	4 pc	1.690.000	6.760.000		
	4 1155mm+972mmx507mm, glass all frame (W/H top, P/S)	2 pc	2.145.000	4.290.000		
8	4 Side scuttles, dia 300mm hinge type(Acc at main deck)	8 pc	1.040.000	8.320.000		
	Doors, hatches, and covers					
	1 Sliding door, 1600mmx650mm c/w glasses in upper side (W/H, P/S)	2 set	6.000.000	12.000.000		
	2 weathertight steel door, 1600mmx 650mm in passage away on upper deck	2 set	5.500.000	11.000.000		
	3 Wheathertight steel door, 1660mmx700mm in engine room	2 set	5.500.000	11.000.000		
	4 watertight steel door, 1660mmx700mm in engine room(inside)	1 set	5.500.000	5.500.000		
	5 weathertight steel door, 1660mmx700mm in battery	3 set				

	store, paint store		5.500.000	16.500.000		
	6 Weathertight steel door, 1660mmx700mm in deck store	1 set	5.500.000	5.500.000		
	7 Weathertight steel door, 1660mmx700mm in mast (for maintenance)	1 set	5.500.000	5.500.000		
	8 Wooden door, 1800mmx700mm c/w all foil & grates in lower parts	4 set	2.250.000	9.000.000		
	9 Wooden door 1700mmx700mm (deckhouse P/S)	2 set	2.850.000	5.700.000		
	10 Steel door (wtd) 1500mmx700mm	3 set	4.500.000	13.500.000		
	11 Steel door (wtd) 1700mmx600mm	4 set	4.000.000	16.000.000		
	12 Watertight steel hatch 600mmx800mm in bosuns store	1 set	1.750.000	1.750.000		
	13 Watertight steel hatch 600mmx800mm in emergency hatch engine room	2 set	1.750.000	3.500.000		
	14 Watertight steel hatch 1200mmx600mm in Z peller propulsion unit room	1 set	2.100.000	2.100.000		
	15 Steel hatch 600mmx600mm	3 set	1.750.000	5.250.000		
9	16 Manhole 400mmx600mm	8 set	1.000.000	8.000.000		
	17 Steel watertight hatch cover 600mmx600mm(funnel)	2 set	1.600.000	3.200.000		
	18 Steel watertight hatch cover 1500mmx750mm(bridge deck)	1 set	3.750.000	3.750.000		
	19 Accessoris (lock for romms)	1 lot	6.300.000	6.300.000		
	Ladders and hand rails					
	1 Vertical steel ladder (elev, bridge, hatch, manhole)	24 unit	250.000	6.000.000		
2 Inclined steel ladder, anti slip steps an hand rail	8 unit	3.000.000	24.000.000			

10	3 Inclined teak wood ladder	3 unit	3.500.000	10.500.000		
	4 Top rail galv steel pipe(wheelhouse top)	1 lot	5.750.000	5.750.000		
	5 Top rail galv steel pipe(elevated bridge deck)	1 lot	2.250.000	2.250.000		
	6 Top rail galv steel pipe(bridge deck)	1 lot	7.250.000	7.250.000		
	7 Storm rail galv stell pipe (deck house a both side)	1 lot	5.250.000	5.250.000		
	8 Guard rail chain at both sides (4 point)	1 lot	2.200.000	2.200.000		
	Deck covering materials					
	1 engine room and engine control room from checheres plate 5 mm	105 m ²	550.000	57.750.000		
2 Engine/rudder control room, cement latex	23 m ²	750.000	17.250.000			
3 Main deck accomodation, cement + ceramic	40 m ²	125.000	5.000.000			
11	4 Sanitary rooms and galleys, cement + antislip ceramic	12 m ²	75.000	900.000		
	Heat					
	1 Accomodation rooms wall : plywood +formica+glasswool	350 m ²	575.000	201.250.000		
	2 Walls between E/R and crew accomodation (alluminium plate +glasswool)	24 m ²	700.000	16.800.000		
	3 Sanitary rooms wall : ceramic	50 m ²	75.000	3.750.000		
4 ECR floor, thermal and sound insulation (rockwool 60mm)	6 m ²	600.000	3.600.000			
5 Accomodation rooms ceiling : plywood+formica+glasswool	100 m ²	435.000	43.500.000			
12	Joinerwork & furnishing of living quarters					

1 Ships name plate and logo	2 unit	8.000.000	16.000.000		
2 Draft mark & plimsoll mark	1 lot	2.000.000	2.000.000		
3 Signage	1 lot	20.000.000	20.000.000		
4 Turpaulin for: 1 Anchor and stern winch	2 pc	900.000	1.800.000		
2 Search light	2 pc	150.000	300.000		
3 Radar	1 pc	300.000	300.000		
4 Fire gun monitor	2 pc	150.000	300.000		
5 Crew bedrooms					
1 Single bed 800mmx2000mm hard plastic	2 pc	1.500.000	3.000.000		
2 Bunk bed 800mmx 2000mm hard plastic	6 pc	1.500.000	9.000.000		
3 Desk +rotating chair	2 set	1.650.000	3.300.000		
4 2 door wardrobe	2 pc	2.500.000	5.000.000		
5 1 door wardrobe	10 pc	1.500.000	15.000.000		
6 Book self	3 pc	750.000	2.250.000		
7 Key box	2 pc	350.000	700.000		
8 Sofa +coffe table	2 set	2.000.000	4.000.000		
9 Rotating chair	8 pc	400.000	3.200.000		
10 radio tape	5 pc				

			3.000.000	15.000.000		
	11 TV	3 pc	2.500.000	7.500.000		
	12 DVD player	2 pc	2.000.000	4.000.000		
	13 Electric fan	5 pc	450.000	2.250.000		
	14 First aid kit	2 pc	250.000	500.000		
	15 Wash basin +mirror	3 pc	850.000	2.550.000		
	16 Toilet self with mirror	3 pc	250.000	750.000		
	17 Window curtain	1 lot	1.800.000	1.800.000		
	18 Bunk bed curtain	4 pc	250.000	1.000.000		
	19 Clothes hunger	12 pc	75.000	900.000		
	6 Mess room					
	1 Dining table	1 pc	700.000	700.000		
	2 Dining chairs	3 pc	250.000	750.000		
	3 Book self	1 set	3.500.000	3.500.000		
	4 TV	1 pc	2.500.000	2.500.000		
	5 Cupboard	1 pc	2.000.000	2.000.000		
	6 Asgtray	2 pc	75.000	150.000		
	7 Refrigator cap 137 liter	2 pc	4.500.000	9.000.000		
	7 Bath room and toilet					

	/WC					
	1 Squatting WC	2 pc	800.000	1.600.000		
	2 Permanent shower	2 pc	250.000	500.000		
	3 Wash basin +mirror	1 pc	850.000	850.000		
	4 Toilet shelf with mirror	1 pc	250.000	250.000		
	5 Washing machine cap 5 kg	1 pc	1.800.000	1.800.000		
	6 Towel rail	2 pc	300.000	600.000		
	7 Soap container	2 pc	50.000	100.000		
	8 Faucet WC	2 pc	150.000	300.000		
	9 Hand rail	2 pc	75.000	150.000		
	8 Accomodation rooms inventory					
	1 Beding					
	1 Spring bed mattres 800mmx1900mm	12 pc	650.000	7.800.000		
	2 Pillow	16 pc	50.000	800.000		
	3 Bed sheet	32 pc	150.000	4.800.000		
	4 Pillow cover	32 pc	75.000	2.400.000		
	5 Blanket	32 pc	450.000	14.400.000		
	6 Door mat	12 pc	75.000	900.000		
	2 Mess room					

1 cups	32 pc	8.000	256.000		
2 Glass beer	24 pc	25.000	600.000		
3 Tea cups and saucers	24 pc	18.000	432.000		
4 Soup plates	24 pc	15.000	360.000		
5 Plates	32 pc	25.000	800.000		
6 Small plates	24 pc	25.000	600.000		
7 Spoons	32 pc	8.000	256.000		
8 Forks	48 pc	8.000	384.000		
9 Tea spoons	32 pc	6.000	192.000		
10 Table cloth	6 pc	10.000	60.000		
11 Napkins	12 pc	10.000	120.000		
12 Tea towels	12 pc	10.000	120.000		
3 Galley					
1 2 door refrigator cap 100 liter	1 pc	2.750.000	2.750.000		
2 Electric cooking range 4 hot plate 2x5 kw + 1 oven	1 set	15.000.000	15.000.000		
3 Microwave	1 set	4.000.000	4.000.000		
4 Single sink (stainless steel) + water tap	1 pc	1.250.000	1.250.000		
5 Rice cooker cap 3 kg	2 pc	1.500.000	3.000.000		

6 Electric kettle cap 5 liter	2 pc	450.000	900.000		
7 Magic jar cap 3 kg	2 pc	750.000	1.500.000		
8 Dresser table (made from teak)	1 pc	750.000	750.000		
9 Cupboard cap 300 liter	1 pc	2.000.000	2.000.000		
10 Spice rack	1 pc	250.000	250.000		
11 Non-stick frying pan dia 15 inch	2 pc	150.000	300.000		
12 Frying pan dia 15 inch	2 pc	75.000	150.000		
13 Electric pan cap 15 liter	2 pc	300.000	600.000		
14 Wire basket	2 pc	35.000	70.000		
15 Water jug	1 pc	80.000	80.000		
16 Chopping board 9 inch	1 pc	50.000	50.000		
17 Vegetable knife	2 pc	20.000	40.000		
18 Meat knife	1 pc	30.000	30.000		
19 Soup spoons	2 pc	10.000	20.000		
20 Wooden spoons	4 pc	8.000	32.000		
21 Tea spoons	4 pc	6.000	24.000		
22 Blender	1 pc	550.000	550.000		
23 Frying stick	2 pc				

			15.000	30.000		
		sub total :		2.653.040.0 00		
203	Inventory					
1	General use inventory					
	1 Plastic bucket cap 20 liter	4 pc	30.000	120.000		
	2 Plastic bucket cap 40 liter	2 pc	40.000	80.000		
	3 Plastic water scooper	2 pc	10.000	20.000		
	4 Toilet brush	2 pc	5.000	10.000		
	5 Plastic broom	2 pc	25.000	50.000		
	6 Plastic dustpan	2 pc	20.000	40.000		
	7 Mop	2 pc	10.000	20.000		
	8 Ironing board	1 pc	200.000	200.000		
	9 Iron 450 W	1pc	400.000	400.000		
2	Engine control room inventory					
	1 Table for control panel	1 pc	7.000.000	7.000.000		
	2 Table for typewriter	1 pc	2.800.000	2.800.000		
	3 Book rack	1 pc	750.000	750.000		
	4 Rotating chair	1 pc	500.000	500.000		

3	5 Door and window Steering gear room inventory	1 pc	7.000.000	7.000.000		
4	1 Steering console 2 Map console +lamp 3 Flag rack 4 Chair 5 Map console chair 6 Single sink + water tap Store room inventory	2 pc	8.000.000	16.000.000		
		1 pc	4.000.000	4.000.000		
		1 pc	800.000	800.000		
		2 pc	8.500.000	17.000.000		
		1 pc	350.000	350.000		
		2 pc	450.000	900.000		
5	Rack Funnel & exhaust pipe	2 pc	2.500.000	5.000.000		
6	Independent tank	1 lot	5.500.000	5.500.000		
	1 Tangki harian bahan bakar cap 3m ³	2 unit	5.500.000	11.000.000		
	2 Tangki minyak lumas cap 4 m ³	1 unit	4.000.000	4.000.000		
	3 Tangki hydrophore air tawar	1 unit	10.000.000	10.000.000		
	4 Tangki detergen 3 m ³	1 unit	5.500.000	5.500.000		
	5 Tangki minyak kotor 2 m ³	1 unit	3.000.000	3.000.000		
	6 Bottom plug	1 lot	5.250.000	5.250.000		

7	Deck inventory				
	1 Chain blok cap 2 ton	1 pc	7.500.000	7.500.000	
	2 Chain stopper	2 pc	1.500.000	3.000.000	
	3 Rubber hose 3/4 inch	60 m	8.000	480.000	
	4 Hammer	10 pc	15.000	150.000	
	5 Hammer 5kg	1 pc	20.000	20.000	
	6 Hand saw 500 mm	1 pc	60.000	60.000	
	7 Hacksaw 300mm	1 pc	35.000	35.000	
	8 Wire brush	6 pc	18.000	108.000	
	9 Aluminium step ladder L 3m	1 pc	1.500.000	1.500.000	
	10 Halyard 8mm x 25 m (polypropylena)	1 pc	50.000	50.000	
	11 Marline spike	2 pc	150.000	300.000	
	12 Scrapper	6 pc	15.000	90.000	
	13 Paint pot	2 pc	10.000	20.000	
	14 Floor brush	2 pc	25.000	50.000	
	15 Cleaning broom	6 pc	20.000	120.000	
	16 Electric grinder	1 pc	450.000	450.000	
17 Vacuum cleaner cap 750 watt	1 pc	800.000	800.000		

8	18 Torchlight 6 battery	2 pc	150.000	300.000		
	19 Roll cable 15 m	1 pc	25.000	25.000		
	20 Electric typing machine	1 pc	800.000	800.000		
	21 Electric wire bush	1 pc	450.000	450.000		
	22 Face mask	6 pc	15.000	90.000		
	23 Eye glasses	6 pc	15.000	90.000		
	24 Glass cleaner mop	6 pc	20.000	120.000		
	25 Manjun	50 kg	10.000	500.000		
	26 Cotton glove	2 dozen	180.000	360.000		
	27 Rubber door mat	7 pc	150.000	1.050.000		
	28 Wash deck soap	20 kg	20.000	400.000		
	29 Ordinary soap	5 kg	20.000	100.000		
	30 Earphone	7 pc	30.000	210.000		
31 Earplug	12 pair	15.000	180.000			
Workshop tool						
1 Oil hand pump	1 pc	750.000	750.000			
2 Caliper	1 pc	250.000	250.000			
	3 Overhead transfer chain blok cap 2 ton	2 pc	7.500.000	15.000.000		

4 Micrometer (mm)	1 set	300.000	300.000		
5 Micro clutch dial	1 pc	450.000	450.000		
6 Fuel sounding	2 pc	650.000	1.300.000		
7 Pipe wrenches 2inch	1 pc	75.000	75.000		
8 Pipe wrenches 5inch	1 pc	150.000	150.000		
9 Betel kecil uk mata 1 inch	1 pc	20.000	20.000		
10 Betel besar uk mata 1,5inch	1 pc	25.000	25.000		
11 Wrench 2inch	1 pc	75.000	75.000		
12 Wrench 5inch	1 pc	150.000	150.000		
13 Tackel 2 ton	1 pc	1.250.000	1.250.000		
14 Tackel 4 ton	1 pc	3.000.000	3.000.000		
15 Plong packing standart	1 pc	125.000	125.000		
16 Hacksaw	1 pc	35.000	35.000		
17 Flat nose pliers 2inch	1 pc	50.000	50.000		
18 Flat nose pliers 3inch	1 pc	65.000	65.000		
19 Long nose pliers 2inch	1 pc	60.000	60.000		
20 Long nose pliers 3inch	1 pc	70.000	70.000		
21 Majun	25 kg				

			10.000	250.000		
	22 Clinometer (standart)	1 pc	1.000.000	1.000.000		
	23 Marine clock	1 pc	1.000.000	1.000.000		
	24 Thermometer (standart)	1 pc	250.000	250.000		
	25 Faucet 2,5inch	1 pc	75.000	75.000		
	26 Faucet 5inch	1 pc	135.000	135.000		
	27 Plastic funnel (small)	1 pc	10.000	10.000		
	28 Plastic funnel (large)	1 pc	25.000	25.000		
	29 Oil can	2 pc	50.000	100.000		
	30 Alluminium portable ladder 30 x 350 cm	1 pc	750.000	750.000		
	31 Workbench	1 pc	1.500.000	1.500.000		
	32 Ragum 4inch	1 pc	450.000	450.000		
	33 Electric grinder	1 pc	450.000	450.000		
	34 Electric hand drill (12mm)	1 pc	350.000	350.000		
	35 Injector test	1 pc	2.000.000	2.000.000		
	36 Grease gun	1 pc	250.000	250.000		
	37 Tool box sd size M46	1 pc	500.000	500.000		
	38 Hammer 5 kg	2 pc	20.000	40.000		

	39 Plastic hammer	1 pc	20.000	20.000		
	40 Portable lamp 10 watt	1 pc	350.000	350.000		
	41 Torchlight 6 battery	1 pc	150.000	150.000		
	42 Steel tool panel system	1 pc	400.000	400.000		
	43 Rack	1 pc	2.500.000	2.500.000		
	44 Multimeter (AC+DC volt,ohm,mill,amps)	1 pc	400.000	400.000		
	45 Rack	1 pc	3.500.000	3.500.000		
9	Deck crane (deck outfit)		sub total :	166.353.000		
	1 Electro hydraulic telescopic crane	1 pc			125.000	125.000
TOTAL :				2.819.393.000		125.000
III	INSTALASI PERMESINAN DAN PERLENGKAPAN KAMAR MESIN					
1	Main engine					
	1 Main engine 2 x 3000 HP	2 unit			1.250.000	2.500.000
2	2 ASD Propulsion Main generator set	1 set			1.000.000	1.000.000
3	Emergency batteries	2 set			187.500	375.000
4	Air compressor	1 set			105.100	105.100
	1 High pressure air	2 set				

	compressor		83.800.000	167.600.000		
5	2 Safety device	2 set	40.000.000	80.000.000		
	Pumps, purifiers & sewage					
	1 Fuel oil transfer pump	1 unit			6.656	6.656
	2 Standby lubrication oil pump	2 unit			6.403	12.806
	3 Bilge pump	1 unit			7.312	7.312
	4 General service pump	1 unit			6.812	6.812
	5 Fresh water hydrophore pump	1 unit			5.787	5.787
	6 Hand pump					
	1. K5	5 pc	1.250.000	6.250.000		
	2. K3	5 pc	1.000.000	5.000.000		
	7 Fuel oil separator	1 unit			12.160	12.160
8 Lube oil separator	1 unit			27.411	27.411	
9 Sewage threatment plant	1 unit			10.800	10.800	
6	Fire fighting					
	.. For external using					
	1 External fire fighting system incl. spare parts & acc. Standart maker	1 unit			182.310	182.310
	2 External fire fighting pump	1 unit			28.200	28.200
	3 Foam pump	1 unit			4.510	4.510
4 Diesel engine for external fire fighting	1 unit			247.670		

	420 HP					247.670
	5 Foam liquid	3000 liter			10	30.000
	6 Carbon dioksida high pressure system	1 unit			16.830	16.830
	7 Fire detection & alarm system	1 ls			12.140	12.140
	8 Fire boom spray .. For internal using	1 unit			19.380	19.380
	1 Fire hidrant (complete)	6 set	3.000.000	18.000.000		
	2 Fire box	6 pc	850.000	5.100.000		
	3 Fire extinguisher powder cap 6 liter	10 pc	1.500.000	15.000.000		
	4 Fire extinguisher CO2	4 pc	2.500.000	10.000.000		
	5 Fire extinguisher foam cap 9 liter	2 pc	1.500.000	3.000.000		
	6 Wheellded fire extinguisher powder cap 45 kg	1 set	5.500.000	5.500.000		
7	7 Foam applicator portable cap 20 liter	1 pc	2.500.000	2.500.000		
	8 Fireman outfit	4 set	25.000.000	100.000.000		
	Piping, valve, flens, and outfitting installation					
	1 Piping instalation	1 lot	295.000.000	295.000.000		
	2 Piping instalation equipment	1 lot	350.000.000	350.000.000		
	3 Sea chest and valve	2 unit	8.000.000	16.000.000		

8	Oily water separator	1 unit			14.900	14.900
	Spare part					
9	1 Spare part (class standart)	1 ls	90.000.000	90.000.000		
	2 Main engine spare part					
	1 Cylinder head	1 pc			1.072	1.072
	2 Piston ukuran standart	2 pc			5.469	10.938
	3 Cylinder liner	2 pc			5.835	11.670
	4 Metal duduk	2 set tgkp			1.157	2.314
	5 Metal jalan	2 set tgkp			919	1.838
	6 Injector komplitt	2 pc			1.591	3.182
	7 Nozzle	4 pc			280	1.120
	8 Intake valve	4 pc			384	1.536
	9 Exhaust valve	4 pc			808	3.232
	10 Impeller fresh water pump	2 pc			1.097	2.194
	11 Shaft fresh water pump	1 pc			136	136
	12 Mechanical seal water pump	2 pc			102	204
13 Impeller sea water pump	2 pc			1.114	2.228	
14 Shaft sea water pump	1 pc			136	136	

15 Mechanical sea water pump	2 pc			366	732
16 LO filter	12 pc			162	1.944
17 FO filter	12 pc			102	1.224
18 Gasket kit	1 set			68	68
3 Generator spare part	cyl				
1 Cylinder head	1 pc			3.890	3.890
2 Piston ukuran standart	2 pc			180	360
3 Cylinder liner	2 pc			170	340
4 Metal duduk	2 set			140	280
5 Metal jalan	tgkp			10	20
6 Injector komplitt	2 pc			120	240
7 Nozzle	4 pc			100	400
8 Intake valve	4 pc			20	80
9 Exhaust valve	4 pc			20	80
10 Impeller fresh water pump, include :	2 pc			200	400
..1 pc shaft fresh water pump					
..2 pc mechanical seal fresh water pump					
11 Impeller raw water pump,	2 pc			540	

	include :					1.080
	..1 pc shaft raw water pump					
	..2 pc mechanical seal raw water pump					
	12 LO filter	12 pc			30	360
	13 FO filter	12 pc			10	120
	14 Gasket kit	1 set				
	4 Spare part for fire fighting machine	cyl			540	540
	1 Cylinder head	1 pc			2.670	2.670
	2 Piston ukuran standart	1 pc			480	480
	3 Cylinder liner	1 pc			260	260
	4 Injector					
	komplit	1 pc			1.010	1.010
	5 Nozzle	2 pc			90	180
	6 Intake valve	4 pc			110	440
	7 Exhaust valve	4 pc			130	520
	8 Impeller fresh water	1 pc			140	140
	9 Shaft fresh water pump	1 pc			270	270
	10 Mechanical seal fresh water pump	1 pc			60	60
	11 Impeller raw water pump	1 pc			3.730	3.730

	12 Shaft raw water pump	1 pc			3.810	3.810
	13 Mechanical seal raw water pump	1 pc			640	640
	14 LO filter	4 pc			30	120
	15 FO filter	4 pc			10	40
	16 Gasket kit	1 set cyl			750	750
	TOTAL :				1.168.950.000	4.694.862
						56.338.344.000
IV	ELECTRICAL INSTALATION					57.507.294.000
1	Power cable instalation					
	1 Power cable and outfit	1 lot	90.000.000	90.000.000		
	2 Rectifier (230 volt AC to 24 volt DC)	1 set	1.500.000	1.500.000		
	3 Battery cap 200 AH, 2x24 volt	6 set	1.300.000	7.800.000		
	4 Battery charger	1 set	7.500.000	7.500.000		
	5 Transformator	1 set	65.000.000	65.000.000		
	6 Shore connection board, 400 volt AC, 3 phase, 50 hz	2 unit	25.000.000	50.000.000		
	7 Main switch board & panel-					

panel :					
1 Main switch board, 400 volt/230 volt, 3 phase, 50 hz	1 unit	390.000.000	390.000.000		
2 Distribution board, 400 volt/230 volt,3 phase, 50 hz	1 unit	110.000.000	110.000.000		
3 Emergency distribution board , 24 volt DC (E/R)	1 unit	52.000.000	52.000.000		
4 Navigation board	1 unit	35.000.000	35.000.000		
1 Main board					
2 Emergency board , 24V DC					
5 Charging and discharging board	1 set	7.000.000	7.000.000		
6 Feeder panel (sistem pembagi tegangan)	1 set	22.000.000	22.000.000		
7 Starter box	1 set	1.700.000	1.700.000		
8 Lights					
1 Main light					
1 Crew accomodation lamp, TL 2 x 20 watt	7 pc	750.000	5.250.000		
2 Bed lamp, TL 1 x 15 watt 220 volt AC	12 pc	600.000	7.200.000		
3 Table lamp, TL 1x15 watt 220 volt AC	5 pc	450.000	2.250.000		
4 Toilet lamp, TL 1x15 watt 220 volt AC	5 pc	450.000	2.250.000		
5 Desk lamp + dimmer switch, incand. 1x10 watt	1 pc	2.500.000	2.500.000		
6 Sanitary lamp w/t, incandescent 75 watt 220 volt AC	3 pc	450.000	1.350.000		
7 Lamp at store room nw/t, incandescent 75 watt 220 volt AC	4 pc	450.000	1.800.000		
8 Gangway lamp nw/t, TL 2x20 watt +	6 pc				

	emergency 9 E/R lamp w/t , TL 2 X 20 watt		600.000	3.600.000		
	10 Emergency lamp 20 watt 24 volt DC	8 pc	750.000	6.000.000		
	2 Navigation lights	15 pc	350.000	5.250.000		
	1 Emergency light 10 watt	1 pc	1.750.000	1.750.000		
	2 towing light w/t, TL 3x40 watt 220 volt AC+ emergency	3 pc	1.750.000	5.250.000		
2	3 Side lights (port & starboard), 2x40 watt 220 volt AC + emergency	2 pc	1.750.000	3.500.000		
	4 Stern light, 1x40 watt 230 volt AC + emergency	1 pc	1.750.000	1.750.000		
	5 Anchor light, 1x40 watt 230 volt +emergency	1 pc	1.750.000	1.750.000		
	6 Masthead light, 1x40 watt 230 volt AC + emergency	3 pc	1.750.000	5.250.000		
	7 NUC, 2x40 watt	2 pc	1.750.000	3.500.000		
	Navigation and communication equipment					
	1 Internal communication					
	1 Bell and signal light	8 pc	425.000	3.400.000		
	2 Intercome	1 lot	20.000.000	20.000.000		
	3 2-way loud speaker	1 lot	45.000.000	45.000.000		
	4 Call sign system	1 lot	1.000.000	1.000.000		
	5 Emergency alarm system	1 lot	2.000.000	2.000.000		
6 Sistim alarm permesinan dan	1 lot					

panel			20.000.000	20.000.000		
7 Pengeras suara dua arah dari W/H ke buritan dan haluan	1 set		5.000.000	5.000.000		
2 Navigation equipment						
1 Meja peta dan lampu peta	1 set		4.500.000	4.500.000		
2 Echo sounder	1 set		70.195.000	70.195.000		
3 Compass - standard table compass 6 inch	1 set		45.000.000	45.000.000		
- Compass table 6inch	1 set		10.000.000	10.000.000		
4 Radar	1 set		59.900.000	59.900.000		
5 GPS	1 set		49.400.000	49.400.000		
6 Clinometer	3 pc		1.000.000	3.000.000		
7 Sextan	1 set		45.000.000	45.000.000		
8 Suling kapal(dengan udara) dikontrol dengan electric stater	1 set		5.000.000	5.000.000		
9 Lonceng kuningan	1 pc		100.000	100.000		
10 Clear view screen 300mm dia.	1 pc		7.500.000	7.500.000		
11 Wiper	3 pc		800.000	2.400.000		
12 Buku kepanduan bahari	1 set		864.000	864.000		
13 Machinery jurnal book	1 pc		50.000	50.000		
14 Buku pasang surut	1 pc					

	tahun 2009		350.000	350.000		
	15 First aid manual	1 pc	50.000	50.000		
	16 Port state guide book	1 pc	450.000	450.000		
	17 Pemberat peta	4 pc	23.000	92.000		
	18 National flag +swivel	2 pc	85.000	170.000		
	19 Intenational code flag uk. 1/2 clied	1 pc	300.000	300.000		
	20 Bola hitam tanda berlabuh dia. 610mm	1 pc	40.000	40.000		
	21 Binoculars 7x50	2 pc	518.000	1.036.000		
	22 Parallel ruler captain fields pattern + ruler	1 pc	450.000	450.000		
	23 Protractor, compass, and pencil	1 pc(each)	500.000	500.000		
	24 International code flag, 1/2 clied	1 set	300.000	300.000		
	25 Barometer	1 pc	2.500.000	2.500.000		
	26 Thermometer	1 pc	150.000	150.000		
	27 Anemometer	1 pc	2.500.000	2.500.000		
	28 Marine clock	1 pc	1.000.000	1.000.000		
	29 Megaphone	1 pc	400.000	400.000		
	30 Chair for officer	1 pc	8.500.000	8.500.000		
	31 AIS	1 unit				

	32 Speed log	1 unit				
	33 Auto pilot	1 unit				
	3 Radio communications for GMDSS sea area A2					
3	1 VHF radiotelephone with integrated DSC	2 unit	54.500.000	109.000.000		
	2 2way VHF radiotelephone	2 unit	30.800.000	61.600.000		
	3 EPIRB	1 set	25.250.000	25.250.000		
	4 SART	1 set	17.500.000	17.500.000		
	5 SSB radio telephone	1 unit	51.400.000	51.400.000		
	6 Navtex reciever	1 set				
	Electric spare parts inventories					
	1 Megger	1 pc	4.500.000	4.500.000		
	2 AVR	2 set	350.000	700.000		
	3 Indicator lamp for panel (50pc)	1 lot	1.750.000	1.750.000		
	4 Tube fuse (10,15,20 amp) each 5 pcs	1 lot	225.000	225.000		
	5 Multimeter (AC+DC volt, ohm, mil, amps)	1 pc	400.000	400.000		
	6 Circuit tester	1 pc	500.000	500.000		
7 Portable ammeter	1 pc	750.000	750.000			
8 Electric solder 220 volt, 20 watt	1 pc	45.000	45.000			
9 Electric solder 220 volt,	1 pc					

	75 watt		75.000	75.000		
	10 Electric tool kit	1 pc	350.000	350.000		
	11 Rubber gloves	2 pair	20.000	40.000		
	12 Scotch tape (red)	15 pc	15.000	225.000		
	13 Scotch tape (white)	15 pc	15.000	225.000		
	14 Scotch tape (black)	15 pc	15.000	225.000		
	15 Pasta solder	1 tube	125.000	125.000		
	16 Compression lugs	25 pc	50.000	1.250.000		
	17 Setting torque wrench	2 pc	30.000	60.000		
	18 Wrench use for compression lugs	1 pc	30.000	30.000		
	19 Thermometer rod type	2 pc	75.000	150.000		
	20 Hydrometer,suction type	2 pc	350.000	700.000		
	21 Air accu 40 liter	1 pc	250.000	250.000		
	22 Plastic funnel	1 pc	10.000	10.000		
	23 cable roll 50m	1 pc	500.000	500.000		
	24 Jerrycan cap. 2 liter	1 pc	15.000	15.000		
	Total :			1.595.647.000		

V	JASA PEKERJAAN					
5	Design engineering					
	1 Basic and preliminary design (incl. model test)\	1 lot	850.000.000	850.000.000		
	2 Detail drawings dan gambar-gambar kerja	1 lot	350.000.000	350.000.000		
	3 As build drawing	1 lot	150.000.000	150.000.000		
	4 Ship models	2 pc	11.000.000	22.000.000		
5	Supestructure and hull construction					
	1 Superstructure, deck, and hull construction	1 lot	1.775.000.000	1.775.000.000		
	2 Blasting, painting, corrosion prevention	1 lot	180.000.000	180.000.000		
5	Permesinan listrik dan perlengkapan kapal					
	1 Deck outfit	1 lot	250.000.000	250.000.000		
	2 Deck machinery and mooring equipment installation	1 lot	145.000.000	145.000.000		
	3 Main engine and SRP installation	1 lot	324.000.000	324.000.000		
	4 Main generator installation	1 lot	55.000.000	55.000.000		
	5 Auxiliary generator installation	1 lot	15.000.000	15.000.000		
	6 Pump and E/R outfit	1 lot				

	installation		295.000.000	295.000.000		
	7 Pipe and tanks					
	installation	1 lot	325.000.000	325.000.000		
	8 CO2 & foam pipe					
	installation	1 lot	70.000.000	70.000.000		
	9 Electrical installation dan					
	perlengkapannya	1 lot	185.000.000	185.000.000		
	10 Fire fighting installation	1 lot	240.000.000	240.000.000		
	TOTAL :			5.231.000.000		
	PENGELUARAN					
	UMUM					
VI	Administration and					
6	insurance					
	1 Administrasi dan					
	overhead cost	1 lot	750.000.000	750.000.000		
	2 Insurance (from under construction until ship					
	delivery)	1 lot	850.000.000	850.000.000		
	Testing, launching, training, and ship					
6	delivery					
	1 Material and construction					
	testing	1 lot	30.000.000	30.000.000		
	2 Machinery testing and					
	inspection	1 lot	85.000.000	85.000.000		
	3 Electrical testing and					
	inspection	1 lot	5.000.000	5.000.000		
	4 Dock trial and					
	sea trial	1 lot	30.000.000	30.000.000		
	5 Launching and ceremony	1 lot	75.000.000	75.000.000		

6	6 Ship crew training	1 lot	90.000.000	90.000.000	
	7 Ship delivery	1 lot	250.000.000	250.000.000	
	8 Miscellaneous				
	1 Cost of inclaring & transport M/E & SRP	1 lot	225.000.000	225.000.000	
	2 Commisioning M/E & SRP	1 lot	155.000.000	155.000.000	
	3 Survey ke pabrik/gudang M/E &SRP	1 lot	253.000.000	253.000.000	
	4 Cost inclaring & transport diesel generator	1 lot	75.000.000	75.000.000	
	5 Commisioning diesel generator	1 lot	65.000.000	65.000.000	
	6 Cost of inclaring & transport fire fighting equipment	1 lot	130.000.000	130.000.000	
	7 Commisioning fire fighting equipment	1 lot	95.000.000	95.000.000	
	Klasifikasi, perijinan dan dokumentasi				
	1 Drawing approval and supervision by class	1 lot	750.000.000	750.000.000	
	2 Perijinan surat-surat kapal (ditkapel)	1 lot	80.000.000	80.000.000	
3 Pelaporan	1 lot	50.000.000	50.000.000		
4 Engineer service	1 lot	875.000.000	875.000.000		
TOTAL :			4.918.000.000		

<p>HARGA POKOK PRODUKSI :</p>	<p>RUPIAH</p>	<p>19.133.285. 000</p>	<p>DOLLAR</p>	<p>4.819.862</p>
<p>A HARGA POKOK PRODUKSI DALAM RUPIAH=</p>	<p>Rp.</p>	<p>76.971.629. 000</p>	<p></p>	<p></p>
<p>B BANK FEE. COST OF MONEY &RISK</p>	<p>Rp.</p>	<p>-</p>	<p></p>	<p></p>
<p>C KEUNTUNGAN (4%)</p>	<p>Rp.</p>	<p>3.078.865.1 60</p>	<p></p>	<p></p>
<p>D HARGA JUAL SEBELUM PPN (A+B+C)</p>	<p>Rp.</p>	<p>80.050.494. 160</p>	<p></p>	<p></p>
<p>E PPN (10%)</p>	<p>Rp.</p>	<p>8.005.049.4 16</p>	<p></p>	<p></p>
<p>F HARGA JUAL SESUDAH PPN (D+E)</p>	<p>Rp.</p>	<p>88.055.543. 576</p>	<p></p>	<p>57.838.344.00 0</p>

NO	URAIAN	HARGA	JUMLAH HARGA
1	Material Lambung - Plat, profil, dan consumable - Pembersihan, pengecatan, & perlindungan karat JUMLAH 1	2.860.000.000 540.295.000	3.400.295.000
2	Perlengkapan Lambung & Geladak - Interior & perlengkapan Lambung dan Geladak - Inventory / peralatan-peralatan - Deck crane JUMLAH 2	2.653.040.000 166.353.000 1.437.500.000	4.256.893.000
3	Instalasi Permesinan & Perlengkapan K. Mesin JUMLAH 3	57.507.294.000	57.507.294.000
4	Instalasi Listrik dan Peralatan Komunikasi JUMLAH 4	1.595.647.000	1.595.647.000
5	Jasa Pekerjaan - Desain & Engineering - Konstruksi Lambung dan Bangunan Atas - Perlengkapan, Permesinan, dan Listrik kapal JUMLAH 5	1.372.000.000 1.955.000.000 1.904.000.000	5.231.000.000
6	Pengeluaran Umum - Adminstrasi dan Asuransi - Pengetesan, Peluncuran, Percobaan, Training dan pengiriman - Klasifikasi, Perijinan dan Dokumentasi JUMLAH 6	850.000.000 1.533.000.000 1.005.000.000	3.388.000.000
A	Harga Pokok Produksi (1+2+3+4+5+6)		75.379.129.000
B	Bank fee, cost of money & risk		
C	Keuntungan		3.015.165.160
D	Harga jual sebelum PPN (A+B+C)		78.394.294.160
E	PPN		7.839.429.416

F	Harga jual sesudah PPN (D+E)	Rupiah	86.233.723.576
----------	------------------------------	--------	----------------

1. DATA VOITH TRACTOR TUG

No	Nama Kapal	Bollard pull	Power	Lwl	Bmould	T
1	RADWA 8	21,5	2000	31,5	9,3	4,55
2	RADWA 9	20,41	2000	31,5	9,3	4,55
3	WOTAN	23,5	2000	28,5	8,8	4,15
4	RESOLUT	25	2000	28,5	8,8	4,15
5	RESANT	24	2000	28,5	8,8	4,15
6	JEDDAH 11	20	2000	27,9	8,25	4,3
7	JEDDAH 12	20	2000	27,9	8,25	4,3
8	30 TH NOVEMBER	21	2000	28,01	9	4,2
9	26 TH NOVEMBER	24,5	2000	28,01	9	4,2
10	MUWAFI	25,5	2000	27,5	8,5	3,8
11	MUSAYER	25,7	2000	27,5	8,5	3,8
12	FAHD	32,4	3000	31,75	9,5	5,2
13	HOEDIC	34,2	3000	32,35	9,65	4,85
14	ALEXIS-SIMARD	38,5	3000	26,8	9,8	4,57
15	VALOUR	32,8	3000	31	9,15	4,75
16	VANGUARD	32,8	3000	31	9,15	4,75
17	VERTEX	33	3000	31	9,15	4,75
18	VIKING	32,75	3000	31	9,15	4,75
19	KODUNGALLORE	32	3000	32,95	10	4,5
20	WEDEL FOSS	34	3000	29,3	11	4,3
21	HANRY FOSS	34	3000	29,3	11	4,3
22	BRYNN FOSS	34	3000	29,3	11	4,3
23	PASIFIC ESCORT	34	3000	29,26	10,97	4,92
24	ANUKOL	33	3000	31,5	10	4,65
25	NETHRAVATHI	32,5	3000	31	9,7	4,9
26	MATCHLESS	34	3000	27,37	9,7	4,3
27	INDIRA GANDHI	30,5	3000	31,5	10	4,65
28	DONA PAULA	30	3000	27,37	9,7	4,3
29	JEDDAH 13	43,18	4000	37	11	5
30	SHIRAZ	44	4000	33,82	11	4,95
31	CHARDONNAY	41	4000	33,82	11	4,95
32	MERLOT	42	4000	33,82	11	4,95
33	HR PARFIT	41,5	4000	33,82	11	4,95
34	RADHWA 4	42,5	4000	34,5	12,8	5,8
35	RADHWA 5	44	4000	34,5	12,8	5,8
36	SHALDER	44,07	4000	35	11	5,37
37	TIRRICK	46,1	4000	35	11	5,37
38	MAILIALO 1403	43	4000	28,1	11	4,7
39	MAILIALO 1404	43	4000	28,1	11	4,7
40	BUGSIER 19	50,1	5000	28,71	11	5,12
41	BUGSIER 20	50,7	5000	28,71	11	5,12
42	STELLA	50,7	5000	28,85	11	5,12
43	WILHELMSHAVEN	49,73	5000	30	11	4,17

2. DATA AZIMUTH STERN DRIVE TUG

No	Nama Kapal	Bollard pull	Power	Lwl	Bmould	T
1	IRBID	25	2000	23,7	8,6	3,3
2	MARGARET	37	3000	24	8,5	3,5
3	WEI GANG TUO 21	50	4000	30,5	10	3,4
4	PW GAMMA	50	4000	29,5	9,8	4
5	ASD TUG	62	4000	31,7	9,5	3,89
6	HUNTER	54,4	4000	28,42	9,5	3,81
7	FAIRPLAY III	70	5000	22,5	11,2	5,35
8	FAIRPLAY 1	72	5000	22,5	11,2	5,35
9	FAIRPLAY 10	70	5000	22,5	11,2	5,35
10	POSH HELPER	60	5000	28,8	11,6	5,71
11	LAMNALCO EIDER	65	5000	28,8	11,6	5,71
12	FITZROY	65	5000	25,4	11,5	5,2
13	LEICHHARDT	58	5000	25,8	10,43	4,65
14	HERBERT	58	5000	25,8	10,43	4,65
15	PB DIAMANTINA	65	5000	28,8	11,6	5,71
16	SMIT	65	5000	27,5	10,6	4,05
17	LAMNALCO B	61	5000	28,8	11,6	5,71
18	RAMPARTS	60	5000	28,8	11,6	5,71
19	THRAX	62	5000	33,2	10,8	5

