



---

**TUGAS AKHIR – MS 141501**

**DESAIN KONSEPTUAL PEMBANGKIT LISTRIK TERAPUNG :  
STUDI KASUS KEPULAUAN SUMENEP**

HAMIM TAFSHIL SHOVI

N.R.P. 4412 100 003

DOSEN PEMBIMBING

EKA WAHYU ARDHI, S.T., M.T.

CHRISTINO BOYKE S P, S.T., M.T.

JURUSAN TRANSPORTASI LAUT

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2016



---

**FINAL PROJECT – MS 14501**

**CONCEPTUAL DESIGN OF FLOATING POWER PLANT : STUDY  
CASE SUMENEP ARCHIPELAGO**

HAMIM TAFSHIL SHOVI

N.R.P. 4412 100 003

SUPERVISOR

EKA WAHYU ARDHI, S.T., M.T.

CHRISTINO BOYKE S P, S.T., M.T.

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2016

LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR (MS – 41501)

**DESAIN KONSEPTUAL PEMBANGKIT LISTRIK  
TERAPUNG : STUDI KASUS KEPULAUAN SUMENEP**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada  
Bidang Keahlian Pelayaran  
Program S1 Jurusan Transportasi Laut  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**HAMIM TAFSHIL SHOVI**

**NRP. 4412 100 003**

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I

Eka Wahyu Ardhi, S.T. M.T

NIP. 19790525 201404 1 001

Dosen Pembimbing II

Christino Boyke SP. S.T.,M.T

NIP. 1983103 0201504 1 001

SURABAYA, JULI 2016

## **DESAIN KONSEPTUAL PEMBANGKIT LISTRIK TERAPUNG : STUDI KASUS KEPULAUAN SUMENEP**

Nama : Hamim Tafshil Shovi  
NRP : 4412 100 003  
Jurusan : Transportasi Laut  
Dosen Pembimbing : Eka Wahyu Ardhi, S.T. M.T, Christino Boyke SP. S.T.,M.T

### **ABSTRAK**

Energi listrik merupakan sesuatu yang akrab dengan kehidupan manusia dimana aktivitas manusia sebagian besar membutuhkan energi. Sebagai negara Kepulauan, Indonesia secara keseluruhan masih kurang akan pasokan listrik. Kondisi ini disebabkan karena beberapa hal, yang salah satunya adalah kurang meratanya pembangunan pada daerah-daerah Indonesia bagian tengah dan timur terutama pada daerah-daerah Kepulauan kecil. Salah satu daerah yang masih belum menikmati listrik dengan sempurna adalah wilayah Kepulauan Sumenep baru sekitar 13% yang menikmati listrik dari PT PLN. Dalam Tugas Akhir ini akan didesain Pembangkit Listrik Terapung sebagai unit pembantu untuk wilayah Kepulauan Sumenep untuk mengatasi kekurangan listrik di daerah Pulau Sapudi dengan kapasitas 1.35 MW , Pulau Raas 7.25 MW, Pulau Tanduk 0.95 MW, dan Pulau Guwa-Guwa 0.90 MW. Kapal 1 dengan kapasitas (2x1.45 MW) memiliki LPP = 50 m, B = 17.3 m, H= 3.8 m, T=1.8 m. Kapal 2 dengan kapasitas (2x8.98 MW) memiliki LPP= 52.2 m, B= 18.2 m, H=3.9 m, T=1.9 m. Kapal 3 dengan kapasitas (2x1.09 MW) memiliki LPP= 47.4 m, B= 16.4 m, H=3.8 m, T=1.8 m. Kapal 4 dengan kapasitas (2x1.09 MW) memiliki LPP= 47.4 m, B= 16.4 m, H=3.8 m, T=1.8 m. Total biaya investasi empat kapal sebesar Rp. 516,212,337,961.63. Dari ukuran utama kapal ini bisa dihitung perhitungan teknis, dan dibuat *General Arrangement*.

Kata Kunci : *Pembangkit Listrik Terapung, Desain konseptual, Kepulauan Sumenep*

## **CONCEPTUAL DESIGN OF FLOATING POWER PLANT : STUDY CASE SUMENEP ARCHIPELAGO**

*Name* : Hamim Tafshil Shovi

*NRP* : 4412 100 003

*Departement* : *Marine Transportation*

*Supervisor* : Eka Wahyu Ardhi, S.T. M.T, Christino Boyke SP. S.T.,M.T

### **ABSTRACT**

Electrical energy is something familiar to human life in which human activity is largely requires energy. As an island country, Indonesia as a whole is still lacking in the electricity supply. This condition is caused by several things, one of which is less uneven development in the areas of central and eastern Indonesia, especially in the areas of small islands. One area that still do not have electricity perfectly Islands region Sumenep is only about 13% of electricity from PT PLN. In this final project will be designed as a floating power plant auxiliary units for Sumenep archipelago region to overcome the shortage of electricity in the region Sapudi Island capacity 1.35 MW, Raas Island 7.25 MW, Tonduk Island 0.95 MW, and Guwa- Guwa Island 0.90 MW. Ship 1 with capacity (2x1.45 MW) have LPP = 50 m, B = 17.3 m, H = 3.8 m, T = 1.8 m. 2 ships 2 with a capacity (2x8.98 MW) have LPP = 52.2 m, B = 18.2 m, H = 3.9 m, T = 1.9 m. 3 ships 3 with a capacity (2x1.09 MW) have LPP = 47.4 m, B = 16.4 m, H = 3.8 m, T = 1.8 m. 4 ships 4 with a capacity (2x1.09 MW) have LPP = 47.4 m, B = 16.4 m, H = 3.8 m, T = 1.8 m. The total investment cost of four vessels amounting to Rp. 516,212,337,961.63. The main measure of this ship can be calculated technical calculations and created General Arrangement.

*Keywords: Floating Power Plant, Conceptual Design, Sumenep Archipelago*

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR PERSAMAAN .....	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.1. Tujuan .....	3
1.2. Manfaat .....	3
1.3. Hipotesis .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Sistematika Penulisan Tugas Akhir .....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Listrik.....	7
2.1.1. Pengertian Listrik .....	7
2.1.2. Energi Listrik.....	7
2.1.3. Daya Listrik .....	8

2.1.4.	Arus Listrik.....	9
2.2.	Proses Pembangkit Listrik .....	9
2.3.	Pembangkit Listrik Tenaga Gas ( PLTG ) .....	10
2.4.	Gas Alam ( <i>Natural Gas</i> ).....	11
2.5.	Gas Alam Cair ( <i>Liquefied Natural Gas</i> ).....	12
2.6.	Teori Desain Konseptual .....	13
2.7.	Metode Desain Kapal.....	16
2.7.1.	<i>Parent Design Approach</i> .....	16
2.7.2.	<i>Trend Curve Approach</i> .....	16
2.7.3.	<i>Iteratif Design Approach</i> .....	17
2.7.4.	<i>Parametric Design Approach</i> .....	17
2.7.5.	<i>Optimation Design Approach</i> .....	17
2.8.	Floating Power Plant.....	18
2.8.1.	Power Ship.....	18
2.8.2.	Power Barge .....	19
2.9.	Perbandingan Antara Dibangun di Darat dan di Laut.....	20
2.10.	Tongkang ( <i>Barge</i> ) .....	21
2.10.1.	Tongkang Tanpa mesin penggerak .....	21
2.10.2.	Tongkang dengan mesin penggerak.....	21
2.11.	UWILD ( <i>Under Water Inspection in Lieu Dry Docking</i> ) .....	22
2.12.	Teori Optimasi.....	24
2.12.1.	<i>Linear Programming (LP)</i> .....	24
2.12.2.	<i>Transportation Problem</i> .....	26
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN .....	29

3.1.	Diagram Alir Penelitian .....	29
3.1.1.	Tahap Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	29
3.1.2.	Studi Literatur.....	29
3.1.3.	Tahap Pengumpulan Data.....	29
3.1.4.	Tahap Pengolahan Data .....	29
3.1.5.	Tahap Penentuan Kapasitas Pembangkit.....	29
3.1.6.	Penentuan Pola Operasi .....	30
3.1.7.	Tahap Perancangan.....	30
3.1.8.	Biaya Investasi.....	30
3.1.9.	Kesimpulan dan Saran .....	30
BAB 4.	GAMBARAN UMUM.....	33
4.1.	Kondisi Daerah .....	33
4.2.	Kepulauan Sumenep .....	34
4.2.1.	Pulau Sapudi .....	34
4.2.2.	Pulau Raas .....	35
4.3.	Kondisi Kelistrikan .....	36
4.4.	Kebutuhan Listrik .....	38
4.5.	Kondisi Perairan .....	40
BAB 5.	ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	41
5.1.	Penentuan Pola Operasi .....	41
5.2.	Penentuan Rute .....	42
5.3.	Konsep Model Optimasi .....	43
5.4.	Kompatibilitas Kapal .....	44
5.5.	Rountrip days.....	45



5.5.1.	Commision Days .....	45
5.5.2.	Port Time .....	46
5.5.3.	Sea Time .....	46
5.5.4.	Round Trip Days .....	47
5.6.	Frekuensi Kapal by Cargo .....	48
5.7.	Variable Cost .....	48
5.7.1.	Biaya bongkar muat.....	49
5.7.2.	Biaya konsumsi bahan bakar .....	49
5.7.3.	Biaya pelabuhan .....	49
5.7.4.	Fixed Cost.....	49
5.8.	Pembuatan Model Optimasi.....	49
5.8.1.	Model Matematis .....	50
5.8.2.	Hasil Optimasi .....	51
5.9.	Perencanaan Desain Kapal.....	52
5.9.1.	Penentuan Ukuran Utama.....	53
5.9.2.	Penentuan Generator Set .....	54
5.10.	Perhitungan Teknis.....	55
5.10.1.	Perhitungan Kapasitas Tanki Bahan Bakar.....	55
5.10.2.	Perhitungan Berat Kapal .....	55
5.10.3.	Perhitungan Berat Baja Kapal.....	56
5.10.4.	Perhitungan Berat Komponen Listrik Utama .....	57
5.10.5.	Titik Berat Komponen Listrik.....	58
5.10.6.	Perhitungan Berat Consumable.....	59
5.10.7.	Perhitungan Peralatan dan Perlengkapan.....	60

5.10.8.	Perhitungan Berat Total .....	61
5.10.9.	Perhitungan Freeboard .....	62
5.10.10.	Perhitungan Trim .....	63
5.10.11.	Perhitungan Stabilitas .....	64
5.10.12.	Crew dan Operasional Power Plant Barge.....	66
5.11.	Pembuatan Lines Plan .....	67
5.11.1.	Rencana Garis .....	67
5.12.	Pembuatan General Arrangement .....	73
5.13.	Biaya Investasi .....	76
5.14.	Biaya Operasional .....	78
5.15.	Produksi Biaya Listrik PerKwh.....	82
5.16.	Analisis Sensitivitas .....	83
BAB 6.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	87
6.1.	Kesimpulan .....	87
6.2.	Saran .....	88
	DAFTAR PUSTAKA.....	89

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 14 Negara Penghasil Gas Terbesar di Dunia .....	11
Gambar 2-2 Proses pencairan dan regasifikasi LNG di Terminal LNG.....	13
Gambar 2-3 <i>Basic Design Spirial</i> Evans 1959 .....	14
Gambar 2-4 <i>Powerhip</i> MV Karadeniz Powership Zeynep Sultan .....	18
Gambar 2-5 Desain <i>Power Plant Barge</i> .....	19
Gambar 2-6 Tongkang dan <i>tug boat</i> .....	21
Gambar 2-7 <i>Self Propelled Barge</i> .....	22
Gambar 2-8 Pemeriksaan kapal dibawah air (UWILD) .....	23
Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian.....	31
Gambar 4-1 Peta Kabupaten Sumenep.....	33
Gambar 4-2 Peta Kabupaten Sumenep dan lokasi Pulau Sapudi .....	35
Gambar 4-3 Peta Kabupaten Sumenep dan Lokasi Pulau Raas .....	35
Gambar 5-1 Alternatif Rute.....	42
Gambar 5-2 Hasil Solver Gnumeric .....	51
Gambar 5-3 Model dan Rencana Garis Tongkang .....	68
Gambar 5-4 Tab Size Surfice .....	68
Gambar 5-5 Pengaturan Jumlah Section, Buttock dan Waterlaine .....	69
Gambar 5-6 Pengaturan Sarat dari Model dalam Maxsurf.....	69
Gambar 5-7 Perhitungan Hidrostatik Maxsurf .....	70
Gambar 5-8 Rencana Garis.....	72

Gambar 5-9 Desain Rencana Umum .....	75
Gambar 5-10 Grafik Analisis Sensitivitas Kapal 1 .....	84
Gambar 5-11 Grafik Analisis Sensitivitas Kapal 2 .....	84
Gambar 5-12 Grafik Analisis Sensitivitas Kapal 3 .....	85
Gambar 5-13 Grafik Analisis Sensitivitas Kapal 4 .....	85

## DAFTAR TABEL

Tabel 4-1 Jumlah KK Pulau Sapudi .....	37
Tabel 4-2 Jumlah KK Pulau Raas .....	37
Tabel 4-3 Data Kebutuhan Listrik Pulau Sapudi.....	38
Tabel 4-4 Data Kebutuhan Listrik untuk Perindustrian.....	38
Tabel 4-5 Data Kebutuhan Listrik Perkantoran di Pulau Raas.....	39
Tabel 4-6 Kebutuhan Listrik Pulau Raas.....	39
Tabel 5-1 Kebutuhan Listrik dan konsumsi LNG .....	41
Tabel 5-2 Suplai Bahan Bakar Gas (LNG).....	41
Tabel 5-3 Alternatif Ukuran Utama Kapal .....	42
Tabel 5-4 Alternatif Kecepatan Kapal .....	43
Tabel 5-5 Data Kedalaman Pelabuhan dalam Meter .....	44
Tabel 5-6 Data Sarat Alternatif Kapal .....	44
Tabel 5-7 Kompatibilitas Kapal .....	45
Tabel 5-8 <i>Commision Days</i> Tiap Alternatif Kapal.....	45
Tabel 5-9 Port Time Masing-Masing Pelabuhan (hari).....	46
Tabel 5-10 Sea Time Masing-Masing Alternatif Rute (Hari): .....	47
Tabel 5-11 Round Trip Days .....	47
Tabel 5-12 <i>Frekuensi by Cargo</i> .....	48
Tabel 5-13 Hasil Solver Penugasan Kapal .....	52
Tabel 5-14 Hasil Solver Frekuensi dan Muatan Terangkut Kapal .....	52
Tabel 5-15 Data Kapal Pembangkit Listrik.....	53
Tabel 5-16 Data Kapal Pembanding.....	53
Tabel 5-17 Data Ukuran Utama Kapal Pembangkit Listrik Terapung.....	54

Tabel 5-18 Spesifikasi Genset .....	54
Tabel 5-19 Koreksi Displacement .....	61
Tabel 5-20 Hasil Perhitungan Stabilitas .....	65
Tabel 5-21 Biaya Investasi Kapal 1 .....	76
Tabel 5-22 Biaya Investasi Kapal 2.....	77
Tabel 5-23 Biaya Investasi Kapal 3.....	77
Tabel 5-24 Biaya Investasi Kapal 4.....	77
Tabel 5-25 Perhitungan Biaya Operasional Kapal 1 .....	78
Tabel 5-26 Perhitungan Biaya Depresiasi Kapal 1.....	78
Tabel 5-27 Hasil Perhitungan Total Biaya Kapal 1.....	79
Tabel 5-28 Perhitungan Biaya Operasional Kapal 2 .....	79
Tabel 5-29 Perhitungan Biaya Depresiasi Kapal 2.....	79
Tabel 5-30 Hasil Perhitungan Total Biaya Kapal 2.....	80
Tabel 5-31 Perhitungan Biaya Operasional Kapal 3 .....	80
Tabel 5-32 Perhitungan Biaya Depresiasi Kapal 3.....	80
Tabel 5-33 Hasil Perhitungan Total Biaya Kapal 3.....	81
Tabel 5-34 Perhitungan Biaya Operasional Kapal 4 .....	81
Tabel 5-35 Perhitungan Biaya Depresiasi Kapal 4.....	82
Tabel 5-36 Hasil Perhitungan Total Biaya Kapal 4.....	82
Tabel 5-37 Total Biaya 4 Kapal Pembangkit Listrik.....	82
Tabel 5-38 Biaya Produksi Kapal perKwh.....	83

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2-1 Energi Listrik .....	8
Persamaan 2-2 Daya Listrik .....	8

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Energi listrik merupakan sesuatu yang akrab dengan kehidupan manusia dimana aktivitas manusia sebagian besar membutuhkan energi ini. Segala sumber daya yang ada di bumi dimanfaatkan agar dapat menghasilkan energi listrik. Berbagai macam cara sudah dilakukan oleh manusia sejak abad ke-18 sampai saat ini untuk menghasilkan energi listrik, mulai dari percobaan, sederhana yang dilakukan jaman dahulu hingga membangun Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi, Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), dan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP).

Indonesia merupakan negara yang memiliki luas wilayah yang besar dengan penduduk sekitar tiga juta jiwa. Hal ini membuat negara Indonesia membutuhkan pasokan listrik yang besar untuk memenuhi kebutuhan penduduknya. Kondisi lainnya, Indonesia sebagai sebuah negara Kepulauan memiliki banyak Pulau-Pulau yang dihuni oleh penduduknya yang juga membutuhkan energi listrik. Sebuah tantangan bagi Indonesia untuk mencukupi pasokan listrik di seluruh wilayahnya. Dalam beberapa kali pengumuman PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero) menyampaikan misinya untuk menghasilkan listrik sebesar 35.000 MW pada beberapa tahun kedepan demi mencukupi kebutuhan listrik Indonesia (PT. PLN (persero), 2015) Untuk mewujudkan misi tersebut, PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero) membangun beberapa pembangkit listrik di beberapa daerah di Indonesia serta menyewa kapal pembangkit listrik untuk memasok listrik di beberapa daerah. Kapal pembangkit listrik dinilai sesuai dengan kondisi wilayah Indonesia yang berupa Kepulauan.

Sebagai penyelenggara jasa layanan kelistrikan PT. PLN (persero) mempunyai peranan yang sangat strategis dalam memenuhi kebutuhan pasokan listrik nasional karena listrik merupakan kebutuhan dasar dalam aspek kehidupan bangsa dan negara. Sebagai salah satu bentuk energi yang sudah siap dipergunakan oleh konsumen,



tenaga listrik juga merupakan salah satu faktor yang menentukan untuk mencapai sasaran pembangunan nasional dan penggerak roda perekonomian negara.

Kondisi kekurangan listrik tersebut juga terjadi di wilayah Kepulauan Sumenep yang masih belum mendapatkan listrik sepenuhnya. Sebagian dari wilayah kabupaten Sumenep adalah berupa Pulau– Pulau yang relatif kecil. Sumber energi listrik yang digunakan untuk wilayah tersebut adalah PLTD yang dikelola oleh PT. PLN ada juga Kepulauan yang sama sekali tidak dapat pasokan listrik dari PLN. Hingga saat ini, tidak semua warga di Kabupaten Sumenep menikmati listrik. Berdasarkan data yang dihimpun dari Radio Republik Indonesia Sumenep ( RRI Sumenep ), baru terdapat sekitar 32 wilayah yang terdiri dari Dusun, Desa dan Kepulauan di kabupaten Sumenep yang masih belum teraliri listrik dengan sempurna. Bahkan untuk di Kepulauan Sumenep baru sekitar 13% yang menikmati listrik dari PT PLN. Biasanya masyarakat Kepulauan Sumenep hanya bisa menikmati listrik dari malam hari sampai pagi hari saja. Selain itu, penggunaan PLTD yang juga masih mahal. *Floating Power Plant* atau pembangkit listrik terapung adalah salah satu solusi yang bisa dipakai untuk mengatasi masalah di atas, karena dalam pembangunannya tidak harus melihat keadaan tanah dan daerah sekitar.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi di Kepulauan Sumenep perlu dicarikan solusi untuk mempertahankan *supply* daya listrik alternatif. Dalam penelitian ini dibahas tentang desain kapal pembangkit listrik bertenaga gas yang akan digunakan sebagai unit pembantu untuk mengatasi kekurangan listrik di wilayah Kepulauan Sumenep.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah yang dapat dikaji antara lain :

1. Bagaimana kondisi eksisting penggunaan listrik di Kepulauan Sumenep?
2. Bagaimana penentuan pola operasi kapal pembangkit listrik yang akan direncanakan?
3. Bagaimana perencanaan desain konseptual pembangkit listrik terapung dan berapa biaya pembangunannya?

## **1.1. Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi eksisting akan penggunaan listrik di Kepulauan Sumenep
2. Mengetahui pola operasi kapal pembangkit listrik
3. Mendesain pembangkit listrik terapung yang sesuai dengan kebutuhan listrik dan mengetahui estimasi investasi yang diperlukan untuk pengadaan pembangkit listrik terapung yang telah direncanakan di Kepulauan Sumenep.

## **1.2. Manfaat**

Penelitian dalam tugas akhir ini, diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Manfaat dari penelitian Tugas Akhir ini adalah untuk memberikan solusi bagi wilayah Kepulauan Sumenep yang masih belum teraliri listrik
2. Mengaplikasi ilmu yang diajarkan dalam bangku kuliah khususnya ilmu tentang desain konseptual kapal dalam bidang pelayaran kedalam permasalahan yang ada dilapangan.

## **1.3. Hipotesis**

Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan kekurangan *supply* listrik yang ada di Kepulauan Sumenep. Dugaan awal penulis dari desain konseptual pembangkit listrik terapung akan memberikan solusi bagi Kepulauan Sumenep untuk merasakan *supply* listrik yang dibutuhkan dan sebagai pembangkit listrik yang ramah lingkungan dan murah di Kepulauan Sumenep.

## **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Penggunaan pembangkit listrik terapung ini untuk wilayah Pulau Sapudi, Pulau Ra'as, Pulau Tonduk dan Pulau Guwa-Guwa di Kepulauan Sumenep
2. Penelitian ini hanya desain konseptual pembangkit listrik terapung tanpa memperhitungkan tahap instalasi kelistrikan
3. Hasil pengerjaan dari Tugas Akhir ini adalah desain Rencana Umum.

4. Jenis kapal yang akan digunakan adalah *power barge*
5. Perhitungan konstruksi diabaikan

### **1.5. Sistematika Penulisan Tugas Akhir**

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

ABSTRACT

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan konsep penyusunan tugas akhir yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, hipotesa, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan teori-teori yang mendukung dan relevan dengan penelitian yang dilakukan. Teori tersebut dapat berupa penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya seperti Jurnal, Tugas Akhir, Tesis, dan Literatur lain yang relevan dengan topik penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan langkah-langkah atau kegiatan dalam pelaksanaan tugas akhir yang mencerminkan alur berpikir dari awal pembuatan tugas akhir sampai selesai, dan proses pengumpulan data yang menunjang pengerjaannya.

#### BAB IV GAMBARAN UMUM

Berisikan penjelasan mengenai kondisi daerah atau kondisi objek pengamatan secara umum. Selain itu juga dilakukan survey untuk pengumpulan data dan beberapa data yang telah diperoleh selama masa survey akan diolah dan dijelaskan di dalam bab ini.

#### BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan inti dari penelitian yang dilakukan. Pada bab ini akan dibahas mengenai proses penentuan pola operasi dan proses mendesain yang dilakukan guna mendapatkan ukuran utama *barge* yang sesuai serta memenuhi persyaratan. Kemudian dilanjutkan dengan tahap perencanaan desain rencana garis dan rencana umum *barge* sesuai dengan ukuran utama serta perhitungan biaya pembangunan kapal pembangkit listrik .

#### BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan hasil analisis yang didapat dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut yang berkaitan dengan materi yang terdapat di dalam tugas akhir ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

#### LAMPIRAN



## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Listrik**

#### 2.1.1. Pengertian Listrik

Listrik adalah suatu energi, bahkan Energi listrik begitu memegang peranan penting bagi kehidupan kita. Listrik adalah suatu muatan yang terdiri dari muatan positif dan muatan negatif. Arus listrik merupakan muatan listrik yang bergerak dari tempat yang berpotensi tinggi ke tempat berpotensi rendah, melewati suatu penghantar listrik. Media penghantar listrik salah satunya ialah media yang terbuat dari bahan logam, yaitu elektron bebas berpindah dari satu atom ke atom logam berikutnya, sedangkan pada media air elektron dibawa oleh elektrolit yang terkandung dalam media air tersebut.

#### 2.1.2. Energi Listrik

Energi didefinisikan sebagai suatu kemampuan untuk melakukan kerja. Ada berbagai jenis energi, misal energi mekanis, energi kimia, energi listrik, juga energi panas maupun energi cahaya. Energi-energi tersebut tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan, namun sangat mudah untuk berubah bentuk. Hal ini sesuai dengan hukum kekekalan energi. Satuan energi menurut Satuan Internasional adalah Joule, selain itu energi juga dinyatakan dalam kalori, BTU, atau Watt hour.

Dari segi pemakaian, energi diklasifikasikan menjadi dua golongan, yaitu energi primer dan energi sekunder. Energi yang langsung diberikan oleh alam dalam wujud aslinya dan belum mengalami perubahan (konversi) disebut sebagai energi primer. Contoh dari energi primer ini adalah gas bumi, minyak mentah, tenaga air, batu bara, dan lain-lain. Sementara energi sekunder adalah energi yang berasal dari energi primer yang telah diubah melalui proses teknologi menjadi bentuk energi yang lebih mudah/praktis digunakan. Contoh dari energi sekunder ini adalah minyak tanah, kokas, listrik, dan lain-lain.

Energi listrik merupakan suatu bentuk energi yang berasal dari sumber arus yang biasanya dinyatakan dalam Watt hour. Energi yang digunakan oleh peralatan listrik

merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selama peralatan tersebut digunakan. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Power \times Time = Energy$$

Persamaan 2-1 Energi Listrik

Dimana :

*Power* : merupakan daya peralatan listrik (Watt)

*Time* : merupakan waktu selama peralatan digunakan (jam/hour)

*Energy* : merupakan energi listrik yang dikonsumsi peralatan listrik (Watt hour).

### 2.1.3. Daya Listrik

Daya merupakan energi yang diperlukan untuk melakukan usaha/kerja. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam Watt. Secara matematis, besarnya daya listrik dapat dituliskan sebagai berikut :

$$P = V \cdot I$$

Persamaan 2-2 Daya Listrik

Dimana :

P : merupakan daya listrik (Watt)

V: merupakan tegangan (volt)

I : merupakan arus listrik (ampere)

Daya listrik adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah rangkaian. Sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah rangkaian listrik.

#### 2.1.4. Arus Listrik

Arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang disebabkan dari pergerakan elektron-elektron, mengalir melalui suatu titik dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu. Arus listrik dapat diukur dalam satuan Coulomb/detik atau Ampere. Contoh arus listrik dalam kehidupan sehari-hari berkisar dari yang sangat lemah dalam satuan mikro Ampere seperti didalam jaringan tubuh hingga arus yang sangat kuat 1-200 kilo Ampere (kA) seperti yang terjadi pada petir.

Dalam kebanyakan sirkuit arus searah dapat diasumsikan resistansi terhadap arus listrik adalah konstan sehingga besar arus yang mengalir dalam sirkuit bergantung pada voltase dan resistansi sesuai dengan hukum Ohm. Arus listrik merupakan satu dari tujuh satuan pokok dalam satuan internasional. Satuan internasional untuk arus listrik adalah Ampere (A). Secara formal satuan Ampere didefinisikan sebagai arus konstan yang, bila dipertahankan, akan menghasilkan gaya sebesar  $2 \times 10^{-7}$  Newton/meter di antara dua penghantar lurus sejajar, dengan luas penampang yang dapat diabaikan, berjarak 1 meter satu sama lain dalam ruang hampa udara.

Arus listrik bisa dibedakan menjadi dua jenis yaitu AC dan DC. Arus AC (Alternating Current), adalah listrik yang besar dan arusnya berubah-ubah dan bolak-balik. Sebagai contoh arus listrik AC adalah listrik dari PLN. Kemudian arus DC (Direct Current), yaitu arus listrik searah dan tidak bolak-balik. Jenis arus listrik ini kebanyakan digunakan pada peralatan seperti komputer, TV, radio dll. Arus listrik DC memiliki kutub positif dan negatif, dan arus listrik ini bisa disimpan dalam bentuk baterai.

## 2.2. Proses Pembangkit Listrik

Proses pembangkitan listrik menurut (Marsudi, 2005) proses pembangkitan listrik adalah mengubah energi mekanik yang dihasilkan oleh mesin penggerak generator menjadi energi listrik oleh generator sinkron. Di mana mesin penggerak generator ini bisa berupa mesin thermal, yaitu mesin yang mendapat energi dari proses pembakaran bahan bakar seperti mesin diesel atau turbin air/angin, yang di mana energi didapat dari energi alam seperti aliran air atau angin untuk memutar turbin. Dari dua bagian besar ini (*thermal* dan *non-thermal*) dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis yaitu :



**a) Pembangkit Listrik *Thermal* :**

- 1) Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP).
- 2) Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD).
- 3) Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) ; Batu bara, gas alam dan minyak.
- 4) Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG).
- 5) Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU).
- 6) Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN).

**b) Pembangkit Listrik *Non Thermal* :**

- 1) Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).
- 2) Pembangkit Listrik Tenaga Angin.(PLTAngin)
- 3) Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

**2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Gas ( PLTG )**

Pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) merupakan sebuah pembangkit energi listrik yang menggunakan peralatan/mesin turbin gas sebagai penggerak generatornya. Turbin gas dirancang dan dibuat dengan prinsip kerja yang sederhana dimana energi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar diubah menjadi energi mekanis dan selanjutnya diubah menjadi energi listrik atau energi lainnya sesuai dengan kebutuhannya (Harun, 2011).

**Keunggulan PLTG**

- Proses instalasi yang mudah dan lebih murah
- *Start-up time* yang cepat
- Tenaga darurat (back up)
- Dapat menggunakan berbagai macam variasi bahan bakar

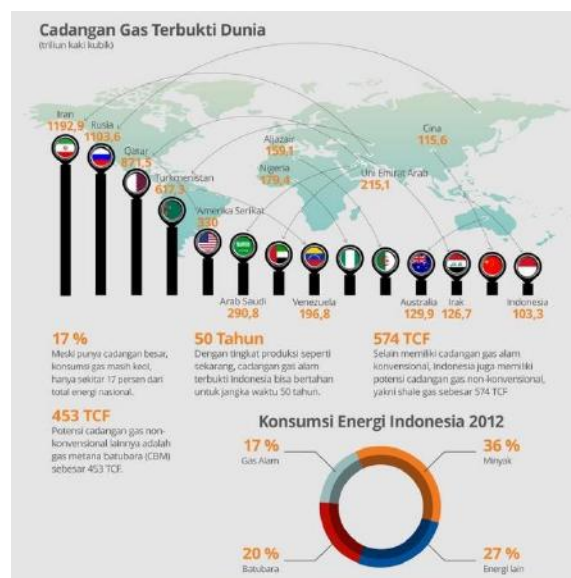
**Kekurangan PLTG**

- Memiliki efisiensi yang rendah

## 2.4. Gas Alam ( *Natural Gas* )

Gas alam sering juga disebut sebagai gas bumi atau gas rawa, adalah bahan bakar fosil berbentuk gas yang terutama terdiri dari metana (CH<sub>4</sub>). Ia dapat ditemukan di ladang minyak, ladang gas Bumi dan juga tambang batu bara. Ketika gas yang kaya dengan metana diproduksi melalui pembusukan oleh bakteri anaerobik dari bahan-bahan organik selain dari fosil, maka ia disebut biogas. Sumber biogas dapat ditemukan di rawa-rawa, tempat pembuangan akhir sampah, serta penampungan kotoran manusia dan hewan.

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil gas alam papan atas di dunia. Data BP Statistics 2014 yang dikutip dari Katadata menunjukkan cadangan gas alam terbukti Indonesia mencapai 103,3 triliun kaki kubik.



Sumber : (Katadata, 2016)

Gambar 2-1 14 Negara Penghasil Gas Terbesar di Dunia

Dengan angka cadangan tersebut menempatkan Indonesia berada pada posisi ke-14 pemilik cadangan terbesar di dunia. Bahkan, di kawasan Asia, Indonesia merupakan pemilik cadangan gas terbesar kedua setelah China yang memiliki 115,6 triliun kaki kubik gas alam. Pemegang cadangan gas alam terbesar di dunia adalah Iran dengan volume

cadangan mencapai 1.192,9 triliun kaki kubik. Posisi kedua disusul oleh Rusia dengan jumlah cadangan gas terbukti sebesar 1.103,6 triliun kaki kubik.

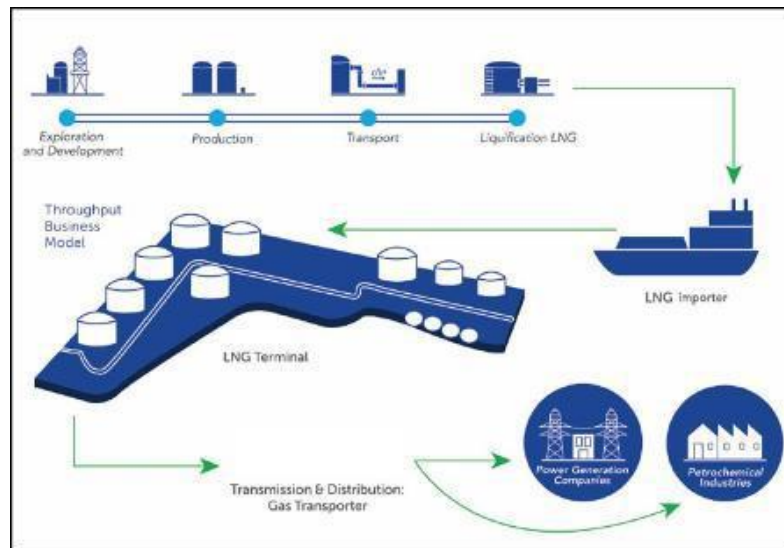
Indonesia memiliki cadangan gas yang cukup besar, namun gas alam belum digunakan secara maksimal di Indonesia. Sebagian besar gas alam tersebut dijual ke pasar ekspor. Untuk konsumsi domestik, proporsi pemakaian gas alam hanya mencakup 17 persen dari total kebutuhan energi Indonesia. Mengacu pada tingkat produksi sekarang, cadangan gas alam Indonesia bisa bertahan untuk jangka waktu 50 tahun.

## **2.5. Gas Alam Cair ( *Liquefied Natural Gas* )**

Gas alam cair (*Liquefied natural gas*) atau yang sering disebut LNG adalah gas alam yang telah diproses untuk menghilangkan pengotor (impuritas) dan hidrokarbon fraksi berat dan kemudian dikondensasi menjadi cairan pada tekan atmosfer dengan mendinginkannya sekitar  $-160^{\circ}$  Celcius. LNG ditransportasi menggunakan kendaraan yang dirancang khusus dan ditaruh dalam tangki yang juga dirancang khusus. LNG memiliki isi sekitar 1/640 dari gas alam pada Suhu dan Tekanan Standar, membuatnya lebih hemat untuk ditransportasi jarak jauh di mana jalur pipa tidak ada.

Untuk mempertahankan suhu rendah selama penyimpanan dan transportasi, LNG harus ditempatkan kedalam tangki kriogenik ( *cryogenic tanks*). Tangki kriogenik ini merupakan tangka penyimpanan gas yang besar yang terisolasi dan dilengkapi dengan unit pendingin. Ketika pengiriman LNG mencapai tujuan atau bila LNG sedang dikeluarkan dari penyimpanan, maka LNG wajib di regasifikasi. Tujuan proses regasifikasi adalah untuk memanaskan LNG, sehingga memungkinkan LNG akan menguap kembali menjadi gas alam. Regasifikasi biasanya dilakukan di fasilitas dimana gas dapat ditempatkan kedalam penyimpanan atau langsung ke pipa transportasi.

Proses pencairan gas biasanya dilakukan diterminal LNG. Ada dua jenis terminal LNG yaitu terminal yang mengubah gas alam menjadi LNG dan terminal LNG yang mengkonversi kembali menjadi gas alam. Masing-masing disebut sebagai pencairan dan terminal regasifikasi. Terminal pencairan berbeda pada sisi transaksi impor. Skema terminal pencairan dan regasifikasi LNG digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2-2 Proses pencairan dan regasifikasi LNG di Terminal LNG

( Sumber : <http://serambigeologi.blogspot.co.id/2016/01/proses-pencairan-gas-alam-menjadi-lng.html> )

Terminal pencairan umumnya memalui jaringan pipa dari lapangan. Sebelum itu cair gas harus dibersihkan dari air, karbondioksida , hydrogen sulfide dan kotoran lainnya yang mungkin membeku dan menjadi korosif atau mennggangu proses pencairan. Setelah itu baru cairan LNG dikirim melalui pipa ke kapal pembawa LNG atau ke penyimpanan untuk menunggu transportasi.

Terminal regasifikasi menerima gas alam biasanya dengan kapal dari lokasi lain. Di terminal regasifikasi, LNG disimpan sementara atau dikirim langsung ke pabrik regasifikasi. Setelah regasifikasi LNG dikirim oleh pipa untuk distribusi atau ditempatkan dipenyimpanan sementara sampai dibutuhkan.

## 2.6. Teori Desain Konseptual

Klasifikasi desain menunjukan variasi dari tipe-tipe desain yang dapat dibedakan berdasarkan apakah ada suatu "invention" atau "innovation" yang diterapkan selama proses desain. "Invention" disini dimaksudkan bahwa desainer mengeksplotiasi ide-ide aslinya untuk menciptakan suatu produk dengan bentuk yang secara keseluruhan baru. "Innovation" disini dimaksudkan bahwa desainer menggunakan produk desain yang ada dan memperbaharui atau merubah produk tersebut dengan menggunakan konsep-konsep pemecahan dan bagian-bagian dari produk tersebut untuk menciptakan

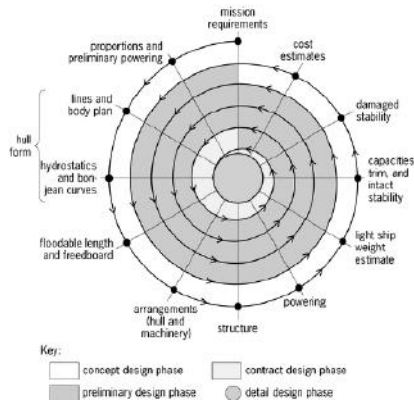
sebuah produk baru dengan bentuk yang secara partial sama dengan bentuk yang ada (Anggoro, D, 2011).

Dalam perancangan kapal di Indonesia saat ini pada umumnya digunakan metode spiral desain dengan melakukan inovasi terhadap kapal yang telah ada. dimana desain sebuah kapal yang paling optimal akan dihasilkan melalui beberapa tahapan sehingga akan dihasilkan desain selain memperbaiki atau menyempurnakan desain lama juga memenuhi *owner requarment* dari pemesan kapal.

Proses desain merupakan proses yang dilakukan secara berulang-ulang hingga menghasilkan suatu desain yang sesuai dengan apa yang diinginkan. Dalam design process pembangunan kapal baru terdapat beberapa tahapan desain, yaitu antara lain (Taggart, 1980)

1. *Concept design*
2. *Preliminary design*
3. *Contract design*
4. *Detail design*

Empat tahap desain diatas dapat digambarkan dalam suatu *design spiral* (Evan, 1959) yang merupakan suatu proses iterasi mulai dari persyaratan-persyaratan yang diberikan oleh *owner* kapal hingga pembuatan detail desain yang siap digunakan dalam proses produksi. Tiap-tiap tahap dari perencanaan kapal yang akan dibangun dapat diuraikan secara umum digambarkan pada gambar 2-1.



Gambar 2-3 *Basic Design Spiral* Evans 1959

### 1. *Concept design*

- a. Proses menerjemahkan persyaratan-persyaratan *owner requirement* ke dalam ketentuan-ketentuan dasar dari kapal yang akan direncanakan.
- b. Dalam tahap ini diperlukan studi kelayakan (*Technical Feasibility Study*) untuk menentukan elemen-elemen dasar dari kapal yang di desain, seperti panjang kapal, lebar kapal, tinggi kapal, sarat, power mesin, dll. yang memenuhi persyaratan-persyaratan kecepatan, jarak pelayaran, volume muatan dan *deadweight*.
- c. Hasil-hasil pada tahap *concept design* digunakan untuk mendapatkan perkiraan biaya konstruksi.
- d. Desain-desain alternatif juga dihasilkan pada tahap ini.

### 2. *Preliminary design*

- a. Pada tahap ini dilakukan penentuan lebih jauh karakteristik-karakteristik utama kapal yang mempengaruhi perhitungan biaya-biaya awal dari pembuatan kapal dan *performance* kapal.
- b. Menghasilkan sebuah desain kapal yang lebih presisi yang akan memenuhi persyaratan-persyaratan pemesan.
- c. Hasil dari tahap ini merupakan dasar dalam pengembangan *contract design* dan spesifikasi kapal.

### 3. *Contract design*

- a. Menghasilkan satu *set plans* dan spesifikasinya yang akan digunakan untuk menyusun dokumen kontrak pembangunan kapal.
- b. Tahap desain ini terdiri dari satu, dua atau lebih putaran dari *design spiral*.
- c. Mendetailkan desain yang dihasilkan dari tahap *preliminary design*.
- d. Menggambarkan lebih presisi profil-profil kapal, seperti bentuk badan kapal, daya yang dibutuhkan, karakteristik olah geraknya, detail konstruksi, dll.
- e. Rencana umum terakhir dibuat dalam tahap ini.

#### 4. *Detail design*

Merupakan tahap akhir dari *design spiral* yang mengembangkan gambar rencana kerja (*production drawing*) yang detail meliputi instruksi tentang instalasi dan konstruksi terhadap tukang pasang (*fitters*), las (*welders*), *outfitting*, pekerja bagian logam, *vendor* mesin dan permesinan kapal, tukang pipa, dll.

### 2.7. Metode Desain Kapal

Setelah melakukan tahap-tahapan desain di atas, langkah selanjutnya dalam proses desain kapal menentukan metode desain kapal. Secara umum metode dalam desain kapal adalah sebagai berikut:

#### 2.7.1. *Parent Design Approach*

*Parent design approach* merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara menganbil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Dalam hal ini designer sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang, dan terbukti mempunyai performance yang bagus.

Keuntungan dalam *parent design approach* adalah :

- Dapat mendesain kapal lebih cepat, karena sudah ada acuan kapal sehingga tinggal memodifikasi saja.
- Performance kapal terbukti (*stability, motion, reistance*)

#### 2.7.2. *Trend Curve Approach*

Dalam proses desain kapal terdapat beberapa metode salah satunya yaitu *Trend Curve approach* atau biasanya disebut dengan metode statistik dengan memakai regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan main dimension. Dalam metode ini ukuran beberapa kapal pembanding dikomparasi di mana variabel dihubungkan kemudian ditarik suatu rumusan yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang.

### 2.7.3. *Iteratif Design Approach*

Iteratif desain adalah sebuah metodologi desain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari *prototyping*, *testing*, dan *analyzing*. Perubahan dan perbaikan akan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada. Proses desain kapal memiliki sifat iteratif yang paling umum digambarkan oleh spiral desain yang mencerminkan desain metodologi dan strategi. Biasanya metode ini digunakan pada orang-orang tertentu saja (sudah berpengalaman dengan menggunakan *knowledge*).

### 2.7.4. *Parametric Design Approach*

*Parametric design approach* adalah metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter misalnya ( L, B, T, Cb, LCB dll) sebagai main dimension yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dihitung hambatannya ( $R_t$ ), merancang baling-baling, perhitungan perkiraan daya motor induk, perhitungan jumlah ABK, perhitungan titik berat, trim, dan lain-lain.

### 2.7.5. *Optimization Design Approach*

Metode optimasi digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum serta kebutuhan daya motor penggeraknya pada tahap *basic design*. Dalam hal ini, disain yang optimum dicari dengan menemukan disain yang akan meminimalkan *economic cost*. Adapun parameter dari optimasi ini adalah hukum fisika, kapasitas ruang muat, stabilitas, freeboard, trim, dan harga kapal.



## 2.8. Floating Power Plant

### 2.8.1. Power Ship



Gambar 2-4 *Powerhip* MV Karadeniz Powership Zeynep Sultan

*Powership* adalah bangunan khusus yang memiliki tujuan pembangunan untuk struktur terapung yang memiliki fungsi sebagai pembangkit listrik. Kapal ini bertugas untuk menghasilkan listrik kemudian mengirimkan listrik ke tempat dimana listrik dibutuhkan. Dalam kasus ini, kapal *powership* merupakan kapal bulk carrier yang dialih fungsikan sebagai kapal pembangkit listrik. (S Ataergin, 2015)

Kapal *Powership* mampu menghasilkan listrik menggunakan generator berbahan bakar HFO dan LNG. Kapal mendistribusikan listrik melalui laut dan bertambat di pelabuhan sepanjang pesisir. Rata – rata kapal *Powership* Karadeniz mampu menghasilkan listrik sebesar 200 MW. (Mancini, 2015)

#### **Kelebihan Kapal *Powership***

Berikut merupakan kelebihan dari pengoperasian kapal *Powership* :

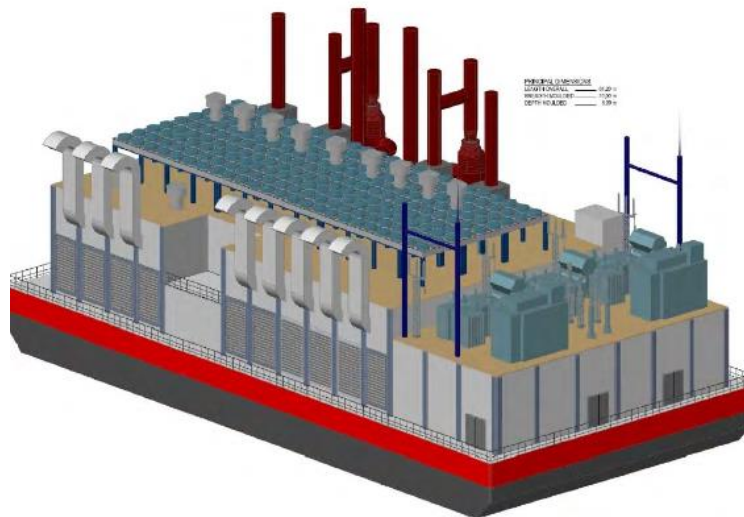
1. Periode pengiriman energi listrik lebih cepat karena kapal mampu menghasilkan listrik dan dapat bergerak.
2. Kapal lebih ideal dioperasikan untuk daerah dengan infrastruktur logistik yang kurang baik.
3. Tidak terpengaruh dengan bencana tanah longsor, gempa bumi.

4. Tidak membutuhkan lahan daratan. (IMMA Global, 2015)

### 2.8.2. Power Barge

Power Barge *Floating Power Plant* atau pembangkit listrik terapung adalah suatu pembangkit listrik yang diletakkan di di atas sebuah barge atau bisa disebut dengan *power barge* atau kapal yang disebut dengan *powership* sehingga menjadi sebuah pembangkit listrik yang *moveable*. *Floating Power Plant* pertama dibuat pada tahun 1940 oleh insinyur dari Angkatan Darat Amerika Serikat (US Army) dengan generator uap yang menghasilkan tenaga sebesar 30 MW. Sejak saat itu *Floating Power Plant* mulai berkembang dan dibangun di beberapa negara, dan untuk bahan bakarnya dipilih *Heavy Fuel* karena biayanya yang tergolong murah.

Pada awal tahun 2000-an pembangunan *Floating Power Plant* mulai dipacu dengan dibangunnya sebuah power barge bertenaga 220 MW yang digunakan di India. Dan saat ini ukuran *Floating Power Plant* telah mencapai 550 MW. *Floating Power Plant* didesain bukan untuk diletakkan diperairan bebas, melainkan diletakkan pada perairan yang terlindungi seperti pada pelabuhan atau pinggir pantai.



Gambar 2-5 Desain *Power Plant Barge*

( Sumber : [http://edaran.com.sg/images/Brochures/Edaran\\_PowerBarge](http://edaran.com.sg/images/Brochures/Edaran_PowerBarge) )

Di Indonesia juga terdapat Pembangkit listrik terapung dalam bentuk *powerbarge*, milik PLN dengan nama kapal apung. Kapal Apung ini merupakan pembangkit listrik tenaga diesel dengan kapasitas 10,5 MW, kapal ini cukup berjasa karena pernah membantu krisis listrik di beberapa tempat seperti Bali dan Kalimantan. Saat ini kapal apung ini menjadi monumen di Aceh karena terseret Tsunami sampai daerah tengah kota pada tahun 2004.

## **2.9. Perbandingan Antara Dibangun di Darat dan di Laut**

Pada pembangunan sebuah pembangkit tenaga listrik, perlu diperhatikan beberapa hal seperti besarnya pembangkit yang akan dibangun, ketersediaan lahan, kemudahan akses, kondisi infrastruktur daerah dan waktu pembangunan dari pembangkit listrik tersebut.

Beberapa poin di atas merupakan poin-poin yang harus diperhatikan dalam pembangunan sebuah pembangkit listrik, dan pemilihan pada pembangunan di darat atau di laut. Berikut adalah keuntungan dari pembangunan pembangkit listrik di darat dan pembangunan di laut atau pembangkit listrik terapung.

Pada pembangkit listrik di darat, berikut adalah keuntungannya :

1. Pembangunannya yang mudah
2. Mampu menggunakan peralatan berat tanpa memperhitungkan berat totalnya
3. Biaya perawatan yang tidak terlalu tinggi, karena biaya hanya terfokus pada perawatan peralatan pembangkit listrik
4. Bisa dibangun sebesar-besarnya, asalkan tersedia lahan

Keuntungan dari pemakaian pembangkit listrik terapung antara lain adalah :

1. Mampu menyediakan suplai listrik pada area dengan infrastruktur minim
2. Merupakan aset yang dapat bergerak, memungkinkan untuk dipindah atau dijual
3. Tidak membutuhkan area yang luas, sehingga bisa meminimalisir adanya sengketa lahan dengan penduduk pemilik lahan

4. Tidak bergantung pada kualitas tanah, sehingga memungkinkan untuk ditempatkan dimana saja
5. Mampu menyediakan suplai listrik yang stabil saat banjir atau gempa bumi
6. Pembangunan yang relatif cepat, karena dibangun di tempat lain selagi dilakukan pembebasan lahan

## 2.10. Tongkang ( *Barge* )

Pada dasarnya secara operasional tongkang terbagi menjadi 2, yaitu :

### 2.10.1. Tongkang Tanpa mesin penggerak



Gambar 2-6 Tongkang dan *tug boat*

Perpindahan dari satu tempat ketempat lainnya dibantu dengan kapal tunda ( *tug boat* ) atau dengan system tali baja pengikat diamana satu pihak dicekamkan pada suatu jangkar dan ujung lainnya dililitkan pada mesin derek. Untuk kelancaran dan ketepatan lokasi, digunakan lebih dari satu tali baja pengikat atau dengan menggunakan *spud*.

### 2.10.2. Tongkang dengan mesin penggerak

Proses perpindahan dari satu tempat ke tempat lain sudah tidak menggunakan bantuan *tug boat*, tapi sudah menggunakan mesin penggerak sendiri contohnya seperti SPB ( *Self Propelled Barge* ).



Gambar 2-7 *Self Propelled Barge*

Berdasarkan cara membawa muatannya, tongkang dapat dibedakan menjadi dua macam, yakni tongkang dengan muatan didalam palka dan tongkang dengan muatan diatas geladak (*deck barge*). Tongkang yang membawa muatan didalam palka diantaranya :

- a. Tongkang muatan cair, seperti air tawar, zat-zat kimia (methanol) dan bahan bakar minyak (bensin, solar dan lain – lain).
- b. Tongkang muatan Lumpur, yaitu untuk melayani kapal keruk pada pengerukan pelabuhan ataupun sungai.
- c. Tongkang dengan muatan khusus, yaitu tongkang yang didesain untuk muatan tertentu.

### **2.11. UWILD ( *Under Water Inspection in Lieu Dry Docking* )**

UWILD merupakan aktivitas pemeriksaan bagian bawah kapal tanpa kapal harus naik ke galangan. Sesuai Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan laut No. HK.103/1/4/DJPL-14 tentang Pelaksanaan *Dock* (Pelimbungan) Kapal Berbendera Indonesia, pemeriksaan kapal dapat dilakukan dengan metode UWILD (*Underwater Inspection In Lieu of Drydocking*). Menurut pasal 5 UWILD dikhususkan terhadap kapal selain kapal penumpang yang sejak awal dirancang untuk tidak melaksanakan pengedokan (pelimbungan) dalam pemeriksaan antara (*intermediate survey*), dapat

dilakukan pemeriksaan dengan metode UWILD. Yang dimaksud kapal selain kapal penumpang dijelaskan dalam pasal 7, bahwa kapal-kapal selain kapal penumpang dengan sifat operasional khusus meliputi kapal yang digunakan untuk :

- a.) Tempat penyimpanan dan pembongkaran terapung (FSO);
- b.) Penyimpanan produksi dan pembongkaran terapung (FPSO);
- c.) Fasilitas penunjang lepas pantai termasuk unit pengeboran lepas pantai yang berpindah-pindah (*Mobile Offshore Drilling Units /MODU*); dan
- d.) Unit penyimpanan dan regasifikasi terapung (FRSU).



Gambar 2-8 Pemeriksaan kapal dibawah air (UWILD)

UWILD merupakan inovasi alternatif pengganti *intermediate survey* yang dapat dilakukan pada kapal-kapal yang berumur di bawah 15 tahun. Pada umumnya, *intermediate survey* dilaksanakan dengan sistem *dry docking* dimana kapal diharuskan naik ke galangan dan membutuhkan waktu yang cukup lama. Namun dengan menggunakan metode UWILD, kapal tidak perlu naik ke galangan, melainkan kapal tetap di laut dan diperiksa menggunakan sistem penyelaman bawah air. Berbagai benefit yang diperoleh dalam implementasi UWILD didapat dari sisi waktu yang lebih cepat, biaya yang lebih murah, dan *commission days* kapal yang meningkat. Dalam pelaksanaannya, UWILD diawasi langsung oleh *Class* baik Badan Klasifikasi Indonesia (BKI) maupun IACS *Member* seperti ABS, IR dan DNV dimana semua persyaratan telah dipenuhi

sebelum pelaksanakannya. UWILD merupakan solusi yang dapat memangkas waktu sampai dengan 50% waktu dibandingkan docking di galangan.

## 2.12. Teori Optimasi

Optimasi berasal dari kata optimalisasi. Namun, seiring perkembangan zaman, kata optimasi lebih sering digunakan daripada optimalisasi. Dalam permasalahan optimasi biasanya terdiri dari dua tujuan, yaitu memaksimalkan dan meminimumkan. Pengertian dari optimasi adalah suatu proses untuk memaksimalkan atau meminimasi fungsi objektif dengan mempertimbangkan batas-batasnya (Santosa and Willy). Dengan adanya optimasi, desain sistem akan menghasilkan profit yang lebih banyak, biaya yang lebih murah, dan mempercepat proses. Optimasi ini dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di berbagai bidang.

Optimasi terbagi menjadi dua bagian, yaitu optimasi yang tak terbatas yang hanya dikalikan dengan fungsi objektif yang tak terbatas dan tidak memiliki pembatas, dan optimasi terbatas yang memiliki fungsi objektif yang terbatas atau persyaratan tertentu yang membuat masalah lebih rumit dan memerlukan algoritma yang berbeda untuk diselesaikan. Terdapat banyak teknik optimasi yang telah dikembangkan sampai saat ini, diantaranya adalah *linear programming*, *goal programming*, *integer programming*, *nonlinear programming*, dan *dynamic programming*. Penggunaan teknik optimasi tersebut tergantung dari permasalahan yang akan diselesaikan. Pada penelitian ini menggunakan teknik optimasi *linear programming*.

### 2.12.1. *Linear Programming (LP)*

*Linear Programming (LP)* adalah salah satu cara untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber-sumber yang terbatas di antara beberapa aktivitas yang berbeda dengan cara terbaik yang mungkin dapat dilakukan sehingga diperoleh keuntungan yang maksimum atau biaya yang minimum (Amalia). Keputusan yang diambil dalam program tersebut diambil dengan memilih dari beberapa alternatif yang ada.

Suatu masalah LP merupakan suatu masalah optimasi yang berkaitan dengan meminimumkan atau memaksimalkan suatu fungsi linier yang dibatasi oleh konstrain-

konstrain atau kendala-kendala yang berbentuk baik persamaan ataupun ketidaksamaan (Bazaraa). Hasil akhir dapat dikatakan optimal jika hasil tersebut dapat mencapai tujuan yang terbaik di antara seluruh alternatif *feasible*. Permasalahan LP dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$\text{Minimize: } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (1)$$

Dengan batasan:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}X_j \geq b_i$$

$$X_j \geq 0 \quad i = 1,2,3, \dots m$$

$$j = 1,2,3, \dots n$$

Keterangan:

- $c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_nX_n$  adalah fungsi tujuan yang harus diminimumkan atau dimaksimalkan dan dinotasikan dengan  $Z$
- Koefisien  $c_1, c_2, \dots c_j$  adalah koefisien *cost* yang diketahui
- $X_1, X_2, \dots X_j$  adalah variabel keputusan yang harus dicari
- Pertidaksamaan  $\sum_{j=1}^n a_{ij}X_j \geq b_i$  adalah konstrain ke- $i$
- Pertidaksamaan  $a_{ij}$  untuk
  - $i = 1, 2, \dots m$
  - $j = 1, 2, \dots n$  adalah parameter pembatas
- Konstrain  $X_j \geq 0$  adalah konstrain non-negatif.

Selain model LP seperti yang diformulasikan di atas, terdapat pula bentuk lain dari model LP, yaitu:

- Fungsi tujuan bukan minimasi, melainkan maksimasi
- Beberapa konstrain fungsionalnya mempunyai bentuk ketidaksamaan dalam bentuk lebih kecil ( $\leq$ )



- Beberapa konstrain lainnya mempunyai beberapa bentuk persamaan
- Menghilangkan konstrain non-negatif untuk beberapa variabel keputusan

### 2.12.2. *Transportation Problem*

Permasalahan transportasi dikenal sebagai permasalahan yang dapat diformulasikan dan diselesaikan dengan *linear programming* berdasarkan struktur jaringan dari titik dan panah yang dihubungkan (Liu). Pada masalah transportasi mempertimbangkan  $m$  sebagai titik asal, dimana asal  $i$  mempunyai *supply* sebanyak  $s_i$  unit dengan item tertentu. Di samping itu, terdapat juga  $n$  sebagai titik tujuan, dimana tujuan  $j$  membutuhkan  $d_j$  unit dari item.

Dengan mengasumsikan bahwa  $s_i, d_j > 0$ , maka menghubungkan masing-masing titik  $(i, j)$ , dari asal  $i$  ke tujuan  $j$ , menimbulkan biaya per unit  $C_{ij}$  untuk transportasi sehingga permasalahan yang diselesaikan adalah untuk menentukan sebuah pola pengiriman yang feasible dari titik asal ke titik tujuan dengan total biaya transportasi paling minimum, dengan  $x_{ij}$  merupakan jumlah unit yang dikirimkan dari asal  $i$  ke tujuan  $j$  (Bazaraa). Selanjutnya, dengan menggunakan asumsi bahwa permasalahan adalah seimbang, maka *total supply* sama dengan *total demand*.

$$\sum_{i=1}^m s_i = \sum_{j=1}^n d_j$$

Jika *total supply* melebihi *total demand*, maka model tujuan dapat dibuat dengan demand  $d_{n+1} = \sum_i s_i - \sum_j d_j$  dan  $c_{i, n+1} = 0$  untuk  $i = 1, \dots, m$ . Dengan mengasumsikan bahwa *total supply* sama dengan *total demand*, maka model LP untuk masalah transportasi adalah sebagai berikut.

*Minimize*

$$c_{11}x_{11} + \dots + c_{1n}x_{1n} + c_{21}x_{21} + \dots + c_{2n}x_{2n} + \dots + c_{m1}x_{m1} + \dots + c_{mn}x_{mn} \quad (2)$$

*Subject to*

$$x_{11} + \dots + x_{1n} = S_1$$

$$x_{21} + \dots + x_{2n} = S_2$$

$$x_{m1} + \dots + x_{mn} = S_m$$

$$x_{11} + x_{21} + \dots + x_{m1} = d_1$$

$$x_{1n} + x_{2n} + \dots + x_{mn} = d_n$$

$$x_{11}, \dots, x_{1n}, \dots, x_{21}, \dots, x_{2n}, \dots, x_{m1}, \dots, x_{mn}, \dots \geq 0$$

Berdasarkan asumsi bahwa total *supply* sama dengan total *demand*, maka masalah transportasi selalu mempunyai solusi yang *feasible* (Bazaraa).

## **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1. Diagram Alir Penelitian**

#### **3.1.1. Tahap Identifikasi dan Perumusan Masalah**

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi terhadap masalah apa saja yang terdapat di Kepulauan Sumenep

#### **3.1.2. Studi Literatur**

Hal yang perlu dilakukan adalah mengumpulkan beberapa buku referensi atau literatur yang mendukung untuk penyelesaian masalah dalam tugas akhir

#### **3.1.3. Tahap Pengumpulan Data**

Dalam pengumpulan data dapat dilakukan dengan cara yaitu pengambilan langsung ke sumber data, browsing internet dan interview dengan pihak yang bersangkutan. Pengambilan data dimaksud adalah data –data tentang :

- a. Penggunaan listrik di wilayah Kepulauan Sumenep ( Pulau Sapudi, Pulau Ra'as, Pulau Tonduk, dan Pulau Guwa-Guwa)
- b. Kondisi perairan di wilayah perairan Kepulauan Sumenep khususnya Pulau Sapudi berdasarkan referensi yang ada

#### **3.1.4. Tahap Pengolahan Data**

Pada proses ini data yang diperoleh maka akan diolah untuk mendapatkan daya listrik untuk wilayah yang belum disuplai listrik oleh PLN untuk mendapatkan spesifikasi dari Generator Set.

#### **3.1.5. Tahap Penentuan Kapasitas Pembangkit**

Tahap ini merencanakan serta melakukan perhitungan kapasitas pembangkit yang akan menjadi acuan untuk mendesain pembangkit terapung agar bisa memenuhi kebutuhan listrik di Kepulauan Sumenep

### 3.1.6. Penentuan Pola Operasi

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan pola operasi dari pembangkit listrik dan kapal yang akan mensuplai bahan bakar pembangkit listrik. Karena kapal pembangkit listrik yang direncanakan akan diam sehingga perlu kapal suplai bahan bakar pembangkit listrik.

### 3.1.7. Tahap Perancangan

Merencanakan *principal dimension* dan melakukan perhitungan dari kapal sesuai kebutuhan space dari sistem pembangkit. Berdasarkan perkiraan perhitungan DWT yang didapat diambil data dari kapal perbandingan yang ada untuk mendapatkan ukuran kapal baru yang direncanakan dengan menggunakan regresi. Adapun ukuran – ukuran tersebut adalah:

- Panjang (Lpp)
- Lebar (B)
- Tinggi (H)
- Sarat (T)

Parameter-parameter diatas merupakan komponen untuk menentukan berapa displacement dari kapal dan ketika semuanya menuhi maka lanjut untuk merancang *general arrangement*.

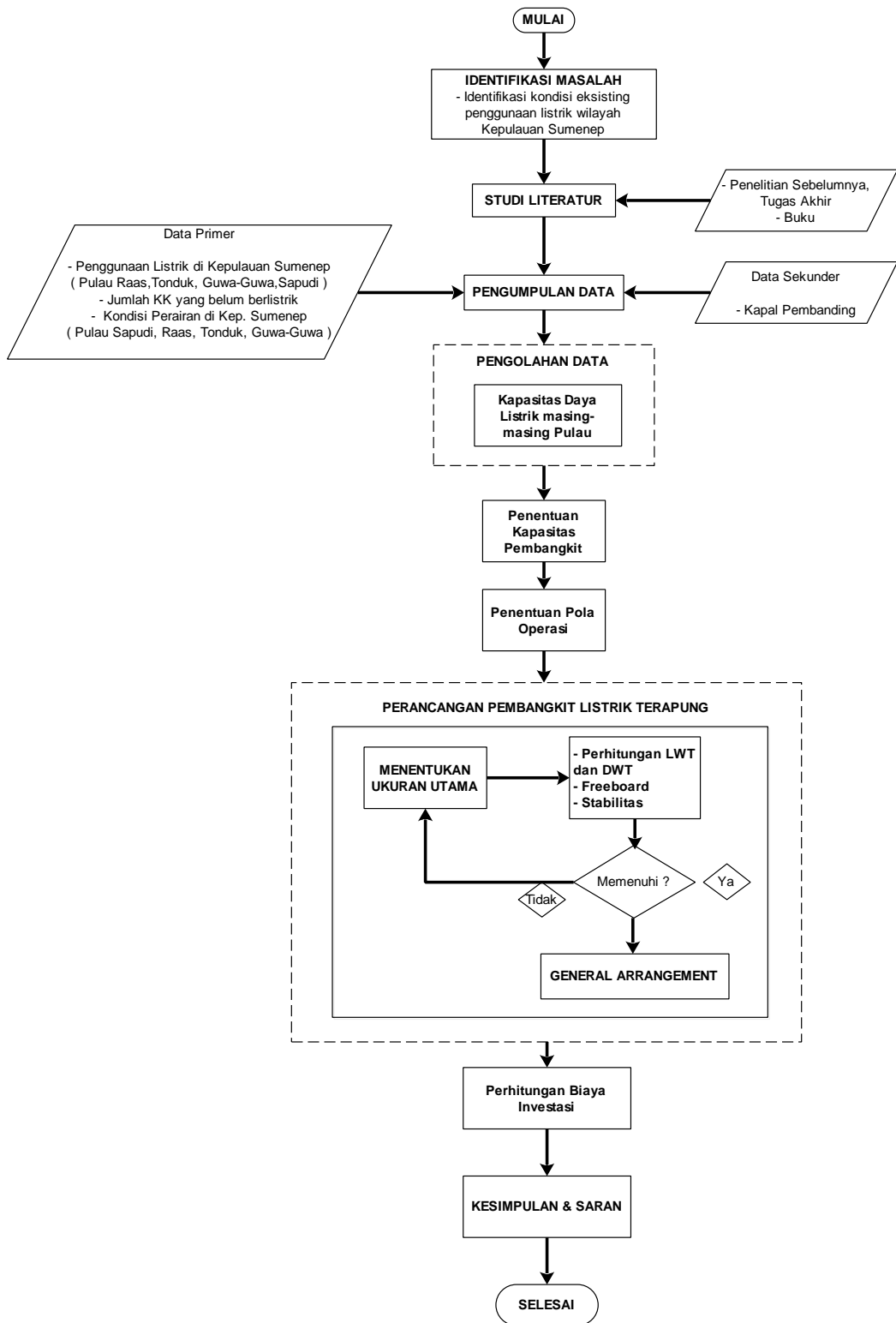
### 3.1.8. Biaya Investasi

Pada proses ini dilakukan perhitungan terhadap estimasi investasi yang diperlukan untuk pengadaan pembangkit listrik terapung yang sudah direncanakan.

### 3.1.9. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan sebuah penarikan kesimpulan yang akan menjawab semua permasalahan pada penelitian ini dan juga penulisan saran terhadap pihak-pihak terkait sebagai sesuatu yang harus dipertimbangkan.

Secara umum, metodologi dalam penelitian ini dapat digambarkan dalam diagram alir berikut ini :



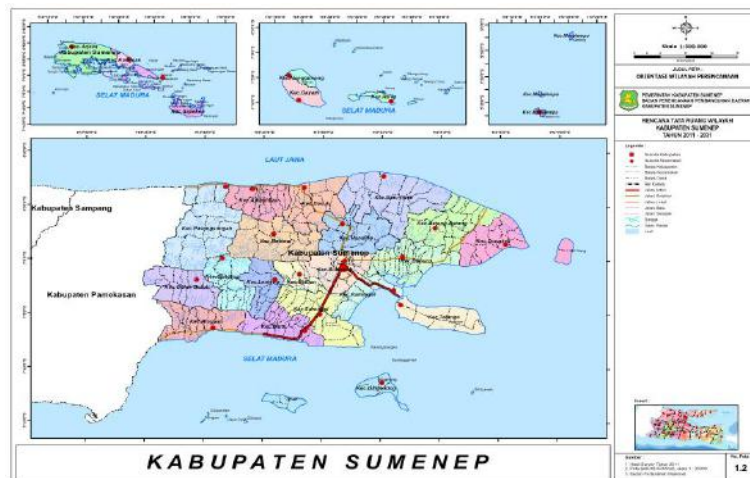
Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian



## BAB 4. GAMBARAN UMUM

### 4.1. Kondisi Daerah

Letak Kabupaten Sumenep yang berada diujung Timur Pulau Madura merupakan Wilayah yang unik karena selain terdiri wilayah daratan juga terdiri dari Kepulauan yang tersebar berjumlah 126 Pulau (sesuai dengan hasil sinkronisasi luas Kabupaten Sumenep Tahun 2002). Luas Wilayah Kabupaten Sumenep adalah 2.093,457573 km<sup>2</sup>, terdiri dari pemukiman seluas 179,324696 km<sup>2</sup>, areal hutan seluas 423,958 km<sup>2</sup>, rumput tanah kosong seluas 14,680877 km<sup>2</sup>, perkebunan/tegalan/semak belukar/ladang seluas 1.130,190914 km<sup>2</sup>, kolam/ pertambakan/air payau/danau/waduk/rawa seluas 59,07 km<sup>2</sup>, dan lain-lainnya seluas 63,413086 km<sup>2</sup>. Untuk luas lautan Kabupaten Sumenep yang potensial dengan keanekaragaman sumber daya kelautan dan perikanannya seluas + 50.000 km<sup>2</sup>.



Gambar 4-1 Peta Kabupaten Sumenep

Gugusan Pulau-Pulau yang ada di Sumenep, Pulau yang paling utara adalah Pulau Karamian yang terletak di Kecamatan Masalembu dengan jarak  $\pm 151$  Mil laut dari Pelabuhan Kalianget, dan Pulau yang paling Timur adalah Plilau Sakala dengan jarak  $\pm 165$  MiI laut dari Pelabuhan Kalianget. Sumenep memiliki batas-batas sebagai berikut :

- a.) Sebelah selatan berbatasan dengan : - Selat Madura

- b.) Sebelah Utara berbatasan dengan : - Laut Jawa
- c.) Sebelah Barat berbatasan dengan : - Kabupaten Pamekasan
- d.) Sebelah Timur berbatasan dengan : - Laut Jawa / Laut Flores

Karena letak geografis Kabupaten Sumenep yang terletak di ujung timur Madura dan terdiri dari beberapa kepulauan besar dan kecil. Kabupaten Sumenep masih banyak infrastruktur yang harus dibenahi. Seperti halnya sarana untuk kelistrikan saat ini, tidak semua warga di Kabupaten Sumenep menikmati listrik. Untuk wilayah Kepulauan sumenep baru sekitar 13 % yang mendapatkan suplai listrik dari PLN. Diantara Pulau-Pulau yang berpenghuni (Kepulauan besar) yang masih belum merasakan listrik seperti Pulau Kangean, Pulau Sapudi, Pulau Masalembu, Pulau Gili Iyang, dan Pulau Raas.

Masyarakat di kawasan Kepulauan Sumenep, mengeluhkan pasokan listrik yang sampai sejauh ini belum maksimal. Bahkan, sering terjadi pemadaman secara total di kawasan Kepulauan, minimal dua kali dalam sepekan. Pasokan listrik biasanya hanya dinikmati mulai pukul 17.00 WIB atau petang hari, hingga dini hari sesudah shalat subuh yakni pukul 05.00 WIB. Warga yang pekerjaannya berhubungan dengan listrik seperti tukang foto kopi dan pembuatan es batu untuk kebutuhan pembekuan ikan, menggantungkan pada tenaga diesel. Itupun kerap kewalahan akibat sering adanya kenaikan harga Bahan Bakar Minyak (BBM). Tidak semua warga punya mesin diesel untuk penerangan pengganti listrik, hanya beberapa saja. Bila ada warga yang butuh seperti hajatan manten atau kegiatan keagamaan, terpaksa harus berbagi agar aktifitasnya tidak terganggu. Sehingga masih butuh untuk mengganti uang solar yang biasanya dijadikan BBM untuk mesin diesel.

## **4.2. Kepulauan Sumenep**

### **4.2.1. Pulau Sapudi**

Sapudi adalah sebuah Pulau di antara gugusan Pulau-Pulau di sebelah timur Pulau Madura. Secara administratif, Pulau ini termasuk wilayah Kabupaten Sumenep, Jawa Timur.





Gambar 4-2 Peta Kabupaten Sumenep dan lokasi Pulau Sapudi

Pulau ini terbagi atas dua kecamatan, yakni Nonggunong, Sumenep di bagian utara, dan Gayam, Sumenep di bagian selatan. Pulau Sapudi listrik hanya 12 jam saja, yaitu mulai jam 17.00 sampai 05.00 WIB. Tapi untuk perkantoran seperti Bank, Kantor Pos, dan Puskesmas memiliki diesel sendiri untuk digunakan ketika pagi sampai sore hari (Direktori Pulau-Pulau Kecil Indonesia).

#### 4.2.2. Pulau Raas



Gambar 4-3 Peta Kabupaten Sumenep dan Lokasi Pulau Raas

Kecamatan Raas mempunyai luas total wilayah 38,9 km<sup>2</sup> yang meliputi 9 desa. Kecamatan Raas terdiri dari 14 Pulau, dengan 9 Pulau berpenghuni, dan 5 Pulau tidak berpenghuni. Pada sisi sebelah utara kecamatan ini dibatasi oleh Selat Madura, sebelah selatan dibatasi Laut Jawa, sebelah timur dibatasi oleh Selat Kangean, dan sebelah barat dibatasi oleh Selat Sepudi.

Jumlah penduduk Kecamatan Raas berjumlah 34.784 jiwa (Bappeda Kab. Sumenep, 2003). Komposisi penduduk Kecamatan Raas terdiri dari laki-laki sebanyak 17.046 jiwa (49,01 %) dan perempuan 17.738 jiwa (50,99 %). Rasio jenis kelamin sebesar 96,1 % dengan kepadatan penduduk sebanyak 894,19 jiwa/km<sup>2</sup>.

Berdasarkan data BPS Kabupaten Sumenep sarana dan prasarana di Pulau Ra'as meliputi pelayanan listrik yang belum dilayani oleh PT. PLN, hanya terbatas pada PLTD maupun tenaga surya. Pada tahun 2010 Pulau Ra'as mendapat bantuan dari Bappeda Kabupaten Sumenep berupa Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebanyak 8 unit yang tersebar di 5 desa untuk memenuhi kebutuhan listrik di wilayah Pulau Ra'as sekaligus sebagai penunjang kegiatan sosial ekonomi. Adapun desa desa yang mendapatkan bantuan adalah desa Alas Malang sebanyak 2 unit yang penempatannya di Balai Desa Alas Malang dan Musholla KH. Baharudin, 2 unit lagi di Desa Ketupat dan Musholla K. Hasyim. Di Desa Jungkat sebanyak 2 unit yaitu 1 unit di Balai Desa Jungkat dan 1 unit di Musholla K. Moh. Gani. Untuk bantuan PLTS di Desa Kropoh dan Desa Poteran masing-masing sebanyak 1 unit, yaitu 1 unit di Asta Adhirasa Desa Kropoh dan 1 unit lagi Musholla K. Sama'oedin Desa Poteran (Deriktori Pulau-Pulau Kecil Indonesia).

#### **4.3. Kondisi Kelistrikan**

Kondisi kelistrikan di wilayah Kepulauan Sumenep masih sangat kurang, dari keseluruhan wilayahnya sebagian besar masih belum teraliri listrik. Bahkan beberapa daerah yang sudah teraliri listrik sekalipun masih mengalami pemadaman dikarenakan pasokan listrik yang kurang. Penyebab kurangnya pasokan listrik ini antara lain adalah karena kurangnya jumlah pembangkit listrik yang ada, penyebaran listrik yang hanya berpusat pada daerah perkotaan atau didaratkan kabupaten Sumenep. Berikut adalah data kelistrikan yang sudah di suplai dari PLN :

Tabel 4-1 Jumlah KK Pulau Sapudi

Jumlah KK yang Belum Berlistrik								
No	Kecamatan	Desa	Dusun	Jumlah KK	Keterangan	Daya		
						( VA )	watt	MW
I	GAYAM							
1		Jambuir	Semua Dusun	742	Belum Berlistrik	667,800	534,240	0.53
II	NONGGUNONG							
1		Nonggunong	Karpote	132	Belum Berlistrik	118,800	95,040	0.10
2		Tanahmerah	Embul	160	Belum Berlistrik	144,000	115,200	0.12
3		Sokaranme Timur	Daleman	170	Belum Berlistrik	153,000	122,400	0.12
			Berbaru	184	Belum Berlistrik	165,600	132,480	0.13
			Panongkos	87	Belum Berlistrik	78,300	62,640	0.06
			Sorogan	47	Belum Berlistrik	42,300	33,840	0.03
4		Sonok	Passer	128	Belum Berlistrik	115,200	92,160	0.09
			Sonok Timur	112	Belum Berlistrik	100,800	80,640	0.08
			Parangan	75	Belum Berlistrik	67,500	54,000	0.05
			Parapat Karpote Timur	40	Belum Berlistrik	36,000	28,800	0.03
<b>TOTAL</b>				1877	Belum Berlistrik	1,689,300	1,351,440	1.35

Sumber : Energi dan Sumber Daya Mineral Kab. Sumenep 2014

Dari Tabel 4-1 Pulau Sapudi salah satu Pulau yang ada di Sumenep yang sudah mendapatkan sebagian suplai dari PLN. Sebanyak 1877 KK yang belum berlistrik PLN.

Kemudian salah satu Pulau yang belum mendapatkan suplai listrik dari PLN adalah Pulau Raas. Berikut data dari jumlah penduduk Pulau Raas :

Tabel 4-2 Jumlah KK Pulau Raas

Jumlah KK Pulau Raas								
No	Kecamatan	Desa	Dusun	Jumlah KK	Keterangan	Daya		
						VA	watt	MW
I	RAAS							
1		Ketupat	Semua Dusun	2065	Blm Berlistrik	1,858,500	1,486,800	1.49
2		Jungkat	Semua Dusun	925	Blm Berlistrik	832,500	666,000	0.67
3		Kropoh	Semua Dusun	1610	Blm Berlistrik	1,449,000	1,159,200	1.16
4		Karangnangkah	Semua Dusun	1612	Blm Berlistrik	1,450,800	1,160,640	1.16
5		Alas Malang	Semua Dusun	942	Blm Berlistrik	847,800	678,240	0.68
6		Poteran	Semua Dusun	1010	Blm Berlistrik	909,000	727,200	0.73
7		Brakas	Semua Dusun	1724	Blm Berlistrik	1,551,600	1,241,280	1.24
8		P. Tonduk	Semua Dusun	1319	Blm Berlistrik	1,187,100	949,680	0.95
9		P. Guwa-Guwa	Semua Dusun	1250	Blm Berlistrik	1,125,000	900,000	0.90
<b>TOTAL</b>				12457	Blm Berlistrik	11,211,300	8,969,040	8.97

Sumber : Energi dan Sumber Daya Mineral Kab. Sumenep 2014

Tabel 4-2 Dari data diatas Pulau Raas memiliki 9 desa dimana semua desa belum mendapatkan suplai listrik dari PLN sebanyak 12457 KK belum berlistrik.

#### 4.4. Kebutuhan Listrik

Dari data jumlah KK yang belum berlistrik maka akan dihitung kebutuhan listrik sebagai pengganti PLN untuk mensuplai ke Pulau Sapudi, keseluruhan desa di Pulau Raas, Pulau Tonduk, dan Pulau Guwa-Guwa. Berikut ini adalah asumsi jumlah kebutuhan listrik di Pulau Raas dan Pulau Sapudi dengan asumsi tiap rumah rata-rata daya yang digunakan adalah 900 VA.

Tabel 4-3 Data Kebutuhan Listrik Pulau Sapudi

<b>DAYA TOTAL UNTUK PULAU SAPUDI YANG BELUM BERLISTRIK</b>		
Daya total KK yang Belum Berlistrik	1,689,300	VA
<b>TOTAL</b>	1,351,440	watt
	<b>1.35</b>	MW

Tabel 4-3 didapatkan daya total untuk kebutuhan listrik di Pulau Sapudi yang disuplai PLN dengan asumsi penggunaan daya 900 VA tiap KK adalah 1.35 MW.

Untuk kebutuhan listrik di Pulau Raas dari jumlah KK yang belum mendapatkan listrik ada penambahan asumsi yaitu kebutuhan untuk perkantoran dan perindustrian dengan asumsi daya yang digunakan 1300 VA. Berikut ini adalah kebutuhan listrik di Pulau Raas :

Tabel 4-4 Data Kebutuhan Listrik untuk Perindustrian

<b>No</b>	<b>Perindustrian</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Daya ( VA )</b>	<b>Daya Total</b>
1	Pabrik Es	1	1300	1300
2	Pabrik Pengering Ikan	1	1300	1300
<b>TOTAL</b>			2600	2600

Dari Tabel 4-4 penulis mengasumsikan di Pulau Raas ada dua pabrik yaitu pabrik es dan pabrik pengeringan ikan dengan asumsi daya masing-masing pabrik 1300 VA. Sehingga di dapatkan daya total sebesar 2600 VA.

Tabel 4-5 Data Kebutuhan Listrik Perkantoran di Pulau Raas

No	Perkantoran	Jumlah	Daya (VA)	Daya Total
1	Puskesmas	2	1300	2600
2	Puskesmas Pembantu	2	1300	2600
3	Poskesdes	7	1300	9100
4	Koramil	1	1300	1300
5	UPT Dinas	1	1300	1300
6	UPT Capil	1	1300	1300
7	SD	54	1300	70200
8	MI	47	1300	61100
9	SMP	3	1300	3900
10	MTs	3	1300	3900
11	SMA	1	1300	1300
12	Kantor Pos	1	1300	1300
13	Bank BRI	1	1300	1300
<b>TOTAL</b>			16900	161200

Tabel 4-5 adalah data kebutuhan listrik untuk perkantoran di Pulau Raas. Penulis mengasumsikan ada 13 kantor yang terdiri dari 2 Puskesmas, 2 Puskesmas Pmebantu, 7 poskesdes, 1 Koramil, 1 UPT Dinas, 1 UPT Capil, 54 SD, 47 Madrasah Ibtidaiyah, 3 SMP, 3 MTs, 1 SMA, 1 Kantor Pos, dan 1 Bank BRI. Masing- masing daya yang digunakan adalah 1300 VA. Sehingga daya total sebesar 161.200 VA. Sedangkan kebutuhan listrik untuk rumah tangga di Pulau Raas sebesar 10.378.800 VA. Sehingga daya total yang dibutuhkan untuk Pulau Raas sebagai berikut :

Tabel 4-6 Kebutuhan Listrik Pulau Raas

Jumlah KK Pulau Raas								
No	Kecamatan	Desa	Dusun	Jumlah KK	Keterangan	Daya		
						VA	watt	MW
1	RAAS	Ketupat	Semua Dusun	2065	Blm Berlistrik	1,858,500	1,486,800	1.49
2		Jungkat	Semua Dusun	925	Blm Berlistrik	832,500	666,000	0.67
3		Kropoh	Semua Dusun	1610	Blm Berlistrik	1,449,000	1,159,200	1.16
4		Karangnangkah	Semua Dusun	1612	Blm Berlistrik	1,450,800	1,160,640	1.16
5		Alas Malang	Semua Dusun	942	Blm Berlistrik	847,800	678,240	0.68
6		Poteran	Semua Dusun	1010	Blm Berlistrik	909,000	727,200	0.73
7		Brakas	Semua Dusun	1724	Blm Berlistrik	1,551,600	1,241,280	1.24
<b>TOTAL</b>				9888	Blm Berlistrik	8,899,200	7,119,360	7.12

Tabel 4-6 adalah penjumlahan dari kebutuhan listrik yang ada di Pulau Raas dari kebutuhan listrik di perindustrian , perkantoran dan rumah tangga. Sehingga didapatkan kebutuhan listrik yang harus disuplai di Pulau Raas untuk rumah tangga dan perkantoran sebesar 7.25 MW.

Jumlah KK Pulau Raas								
No	Kecamatan	Desa	Dusun	Jumlah KK	Keterangan	Daya		
	RAAS					VA	watt	MW
1		P.Tonduk	Semua Dusun	1319	Blm Berlistrik	1,187,100	949,680	0.95
2		P. Guwa-Guwa	Semua Dusun	1250	Blm Berlistrik	1,125,000	900,000	0.90

Setelah diketahui kebutuhan listrik masing-masing Pulau dengan kebutuhan listrik yang berbeda yaitu untuk Pulau Sapudi sebesar 1.35 MW dan Pulau Raas 7.25 MW P. Tonduk 0.95 MW dan P. Guwa-Guwa sebesar 0.90 MW.

#### 4.5. Kondisi Perairan

Wilayah Kepulauan Sumenep kondisi perairan ini bisa dikatakan cukup tenang, dimana menurut laporan prakiraan tinggi gelombang rata-rata mingguan (BMKG, 2015) kecepatan anginnya adalah sekitar 5-10 knot, tinggi signifikan gelombangnya 0.75 - 2.00 meter dan tinggi maksimal gelombangnya rata-rata adalah 1.0 - 2.5 meter. Kondisi perairan ini tidak akan banyak mengganggu operasional *Power Plant Barge*, selain itu penempatan *Power Plant Barge* yang berada pada daerah dekat dengan daratan, maka tinggi gelombang yang terjadi akan semakin kecil.

## BAB 5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 5.1. Penentuan Pola Operasi

Dari data kebutuhan listrik yang sudah diketahui disetiap Pulau maka akan dibangun kapal pembangkit listrik dimasing-masing pulau. Kapal pembangkit listrik yang akan dibangun adalah kapal fix pada tempat tersebut. Dengan kondisi tersebut maka akan ditentukan pola pengiriman LNG menuju lokasi kapal yang akan dibangun untuk memenuhi konsumsi bahan bakar gas agar kebutuhan listrik tetap tersedia. Berikut ini *Owner Requirement* sebagai data awal menghitung pola operasi dan untuk menentukan desain kapal pembangkit listrik terapung.

Tabel 5-1 Kebutuhan Listrik dan konsumsi LNG

Nama Pulau	Kebutuhan Listrik		Satuan	Lokasi	Kedalaman	Konsumsi PLTG ( Kebutuhan LNG )		
	per hari	per tahun			LWS	ton/hari	ton/tahun	
P. Sapudi	1.35	446	MW	Kep. Sapud Kep. Raas	12	11	3,547	
P. Raas	7.25	2,393	MW		12	58	19,166	
P. Tonduk	0.95	313	MW		10	9	2,936	
P. Guwa-Guwa	0.90	297	MW		10	9	2,936	
TOTAL								28,585

Dari tabel diatas didapatkan jumlah Pulau yang menjadi subjek penelitian sebanyak 4 Pulau, dengan kebutuhan listrik yang berbeda-beda. Kebutuhan listrik untuk Pulau Sapudi sebesar 1.35 MW /hari sehingga didapatkan total pertahun sebesar 446 MW /tahun. Kebutuhan listrik untuk Pulau Raas sebesar 7.25 MW /hari untuk kebutuhan pertahun sebesar 2.393 MW/tahun. Kebutuhan listrik dari Pulau Tonduk sebesar 313 MW/tahun kebutuhan perharinya sebesar 0.95 MW /hari. Sedangkan untuk Pulau Guwa-Guwa kebutuhan listrik 0.90 MW/hari dan untuk kebutuhan pertahunnya 297 MW. Sedangkan konsumsi LNG perhari untuk Pulau Sapudi sebesar 11 ton, konsumsi LNG untuk Pulau Raas sebesar 58 ton/hari, dan Pulau Tonduk serta Pulau Guwa-Guwa konsumsi perharinya sebesar 9 ton.

Tabel 5-2 Suplai Bahan Bakar Gas (LNG)

Nama Pulau	Suplai LNG	Lokasi	Kedalaman
			LWS
Pulau Pagerungan	28,585	Kep. Kangean	12

Tabel diatas merupakan daerah asal dari suplai LNG untuk bahan bakar kebutuhan pembangkit listrik terapung, yang berada di Pulau Pagerungan Kepulauan Kangean dengan

kapasitas suplai per tahun sebanyak 28,585 ton. Pangerungan merupakan pula yang terdapat sumber pengeboran minyak dan gas di wilayah Madura.

## 5.2. Penentuan Route



Gambar 5-1 Alternatif Route

Gambar diatas adalah rute yang telah ditentukan dalam proses pengiriman LNG. Yaitu dari asal (P. Gerungan), dan ada empat tujuan P. Sapudi, Raas, Tonduk dan Guwa-guwa. Model rute yang direncanakan adalah *port to port*. Dari p. pagerungan -P. Sapudi-P. pagerungan. P. Pagerungan – P. Raas-P. Pagerungan. P. Pagerungan- Tonduk- Pegerungan. P, pagerungan – Guwa-Guwa. Setelah merencanakan rute dilakukan perencanaan alternatif kapal yang akan mensuplai LNG berikut data dari kapal suplai LNG :

Tabel 5-3 Alternatif Ukuran Utama Kapal

No.	Nama Kapal	No. IMO	Kode kapal	Main Dimension (m)				Kapasitas Tanki		DWT (ton)	GT (ton)
				L	B	H	T	m3	ton		
1	TROPIC BREEZ	8906315	K1	48.73	8	3	2.4	730	336	750	348
2	OCEAN BREEZ	9282429	K2	66.29	10.36	3.65	2.88	1146.12	527	928	767
3	GAS PIONEER	8850918	K3	76.2	11.37	4.5	3.55	1520	699	1275	1173
4	B GAS LYDIA	9043457	K4	74	14	6.1	4.96	1760	810	2003	2223

Dari tabel diatas ada 4 jumlah kapal yang mempunyai ukuran yang berbeda-beda untuk kapal 1 diberi kode K1, kapal 2 (K2), kapal 3 (K3) dan kapal 4 (K4). Untuk K1 mempunyai kapasitas tanki muat 336 ton, K2 mempunyai kapasitas tanki 527 ton, sedangkan K3 mempunyai kapasitas tanki 699 ton dan K4 mempunyai kapasitas tanki muat sebesar 810 ton.



Tabel 5-4 Alternatif Kecepatan Kapal

No.	Nama Kapal	Daya Mesin Utama ( ME )			MesinPembantu ( AE )			Kecepatan (Knot)
		HP	kW	SFOC (ton/kwh)	HP	KW	SFOC (ton/kwh)	
1	TROPIC BREEZE	600	442	0.0002132	2x82	2x65	0.0000801	8.2
2	OCEAN BREEZE	1440	1060	0.000191	2x158	2x116	0.0001544	12
3	GAS PIONEER	1500	1104	0.00019	4x114	4x83	0.0001115	12
4	B GAS LYDIA	1997	1470	0.000191	2x289	2x194	0.0002066	12.5

Dari tabel diatas menunjukkan jumlah alternatif kapal yang memiliki kecepatan yang berbeda-beda, disebabkan karena mesin utama yang dimiliki masing-masing kapal berbeda-beda. Dimana K1 mempunyai kecepatan 8.2 knot, K2 mempunyai 12 knot, sedangkan K3 mempunyai kecepatan 12 knot, dan K4 mempunyai kecepatan 12.5 knot. Dengan adanya data mesin serta spesifikasinya membantu penulis untuk bisa menghitung konsumsi bahan bakar dari mesin utama dan mesin bantu. Setelah diketahui maka akan didapatkan biaya kebutuhan dari bahan bakar kedua mesin.

### 5.3. Konsep Model Optimasi

Tahap awal dalam optimasi yaitu mengetahui data-data yang akan dimasukkan kedalam model agar hasil optimasi mendekati keadaan nyata. Berikut data-data yang dimaksud yaitu:

1. Data alternatif kapal
2. Penentuan rute
3. Kompatibilitas kapal
4. Rountrip Days
5. Frekuensi kapal by trip
6. Fixed Cost dan Variable cost

Data-data diatas akan digunakan sebagai inputan data kedalam model. Sedangkan, proses dari optimasi sendiri menggunakan optimasi linier dengan bantuan solver yang tersedia dalam microsoft excel. Hasil optimasi yang diharapkan yaitu biaya minimum per unit barang yang ditimbulkan setelah kapal ditugaskan pada ketiga daerah tujuan dengan pilihan beberapa rute alternatif.

#### 5.4. Kompatibilitas Kapal

Kompabilitas kapal yang dimaksud disini yaitu kapal dapat memasuki daerah pelabuhan yang disesuaikan dengan sarat maksimum kapal yang memasuki kolam pelabuhan dan kedalaman pelabuhan, seperti pada perhitungan sebelumnya. Berikut data kedalaman tiap pelabuhan :

Tabel 5-5 Data Kedalaman Pelabuhan dalam Meter

Nama Pulau	Kedalaman	Max T (m)
	LWS	
P. Pagerungan	-12	10.9
P. Sapudi	-12	10.9
P. Raas	-12	10.9
P. Tonduk	-10	9.1
P. Guwa-Guwa	-10	9.1

Kapal yang dapat memasuki Pelabuhan Pagerungan harus memiliki sarat  $\leq 10,91$  meter, di P. Sapudi yang masuk di pelabuhan tersebut harus memiliki sarat  $\leq 10,91$  meter. Pada P. Raas kapal yang masuk di pelabuhan tersebut harus memiliki sarat  $\leq 10,9$  meter, sedangkan untuk P. Toduk kapal yang masuk di pelabuhan tersebut harus memiliki sarat  $\leq 9,1$  meter. Dengan data tersebut, maka jika kapal yang akan masuk ke pelabuhan tersebut melebihi syarat draught maksimum kapal sesuai dengan tabel 5-5 maka kapal yang telah ditentukan diatas tidak dapat memasuki pelabuhan.

Dari data alternatif kapal, sarat pada masing-masing alternatif kapal yang akan digunakan sebagai berikut :

Tabel 5-6 Data Sarat Alternatif Kapal

No.	Nama Kapal	T
1	TROPIC BREEZE	2.4
2	OCEAN BREEZE	2.88
3	GAS PIONEER	3.55
4	B GAS LYDIA	4.96

Dari data tersebut sehingga sarat kapal dapat diketahui, sehingga dapat diketahui kompatibilitas kapal terhadap pelabuhan sebagai berikut :

Tabel 5-7 Kompatibilitas Kapal

Pelabuhan	Kompatibilitas Kapal			
	K1	K2	K3	K4
P. Pagerungan	1	1	1	1
P. Sapudi	1	1	1	1
P. Raas	1	1	1	1
P. Tonduk	1	1	1	1
P. Guwa-Guwa	1	1	1	1

Pada tabel 5-6 diatas, jika kapal dapat memasuki atau kompatibel terhadap pelabuhan yang yang dituju maka akan bernilai satu, jika tidak sesuai atau kapal tidak dapat memasuki pelabuhan maka bernilai nol. Dengan demikian dapat diketahui bahwa semua daftar kapal yang terpilih dapat memasuki ke empat pelabuhan baik itu pelabuhan asal maupun pelabuhan tujuan.

### 5.5. Rountrip days

Sebelum menentukan rountrip (RTD), terdapat beberapa data terlebih dahulu yang harus ditentukan dan dihitung.

#### 5.5.1. Commision Days

*Commision days* yaitu hari kapal itu aktif atau berapa hari kapal itu akan dioperasikan selama setahun. Dalam tugas ini, *commision days* ditentukan selama 330 hari kapal beroperasi. Dimana dalam setahun kapal maksimal melakukan operasi selama 330 hari, sedangkan 35 hari yang tidak digunakan merupakan waktu yang digunakan untuk kepentingan kapal sendiri yaitu untuk melakukan repair dan maintenance. Berikut data tabel *commision days* dari masing-masing kapal pada tiap alternatif rute :

Tabel 5-8 *Commision Days* Tiap Alternatif Kapal

Asal	Tujuan	Commision Days			
		K1	K2	K3	K4
P. Pagerungan	P. Sapudi	330	330	330	330
P. Pagerungan	P. Raas	330	330	330	330
P. Pagerungan	P. Tonduk	330	330	330	330
P. Pagerungan	P. Guwa-Guwa	330	330	330	330

### 5.5.2. Port Time

Port Time atau waktu kapal berada di Pelabuhan, terdiri dari beberapa komponen waktu, diantaranya :

#### 1. Waktu *Loading*

Waktu loading yaitu waktu yang dibutuhkan oleh kapal selama melakukan kegiatan muat kedalam ruang muat kapal. waktu muat ditentukan oleh produktivitas alat muat. Dalam tugas ini, saat melakukan loading menggunakan alat muat yakni ship loaders.

#### 2. Waktu Bongkar (Discharge)

Tidak berbeda dengan waktu loading, waktu bongkar atau proses discharge muatan juga menentukan seberapa lama kapal akan berada didalam pelabuhan. Dalam tugas ini, saat aktivitas bongkar alat yang digunakan yaitugrab.Grab memiliki produktifitas yang berbeda tergantung dari tiap pelabuhan.

#### 3. Idle Time

Idle time yang dimaksud disini waktu yang tidak digunakan oleh kapal saat dipelabuhan. Waktu tersebut merupakan waktu sia-sia kapal. Idle disini sudah termasuk waiting time dan approaching time. Dimana, total keseluruhan dari idle time, waiting time dan approaching time yaitu 6 jam (*given*).

Dari komponen ketiga waktu diatas dapat ditentukan total port time untuk masing-masing pelabuhan, yaitu sebagai berikut:

Tabel 5-9 Port Time Masing-Masing Pelabuhan (hari)

<b>Kapal</b>		<b>Kapal-1</b>	<b>Kapal-2</b>	<b>Kapal-3</b>	<b>Kapal-4</b>
<b>Kapasitas Ruang Muat (Ton)</b>		<b>336</b>	<b>527</b>	<b>699</b>	<b>810</b>
<b>IT+WT+AT (Jam)</b>		6	6	6	6
<b>Prod. (Ton/Jam)</b>	<b>Muat</b>	200	200	200	200
	<b>Bongkar</b>	100	100	100	100
<b>PT (Jam)</b>	<b>Muat</b>	1.7	2.6	3.5	4.0
	<b>Bongkar</b>	3.4	5.3	7.0	8.1
<b>Total PT (jam)</b>		11.04	13.91	16.49	18.14
<b>Total PT (hari)</b>		0.46	0.58	0.69	0.76

### 5.5.3. Sea Time

Seatime adalah waktu yang dibutuhkan kapal selama berlayar. Seatime dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Seatime} = (S/V_s)/24 \quad (\text{Day})$$

Keterangan:

S : Jarak pelayaran

V<sub>s</sub> : Kecepatan Kapal

Dari rumus diatas, didapat akumulasi seatime pada masing-masing rute alternatif yaitu:

Tabel 5-10 Sea Time Masing-Masing Alternatif Rute (Hari):

Asal	Tujuan	Sea Times (Hari)			
		K1	K2	K3	K4
P. Pagerungan	P. Sapudi	1.2	0.8	0.8	0.8
P. Pagerungan	P. Raas	1.1	0.7	0.7	0.7
P. Pagerungan	P. Tonduk	0.9	0.6	0.6	0.6
P. Pagerungan	P. Guwa-Guwa	0.9	0.6	0.6	0.6

Dari tabel diatas masing-masing kapal memiliki *seatime* yang berbeda-beda dikarenakan masing-masing kapal mempunyai kecepatan yang berbeda-beda. K1 memiliki waktu yang paling lama karena K1 mempunyai kecepatan yang sangat pelan dari pada kapal K2, K3 dan K4.

#### 5.5.4. Round Trip Days

Round Trip Days yaitu total waktu dari port time di pelabuhan asal dan pelabuhan tujuan serta seatime dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan dan dari pelabuhan tujuan ke pelabuhan asal (bolak balik). Sehingga dapat diketahui round total trip days dari masing-masing rute yaitu:

Tabel 5-11 Round Trip Days

Asal	Tujuan	Round Trip (Hari)			
		K1	K2	K3	K4
P. Pagerungan	P. Sapudi	1.6	1.4	1.5	1.5
P. Pagerungan	P. Raas	1.5	1.3	1.4	1.5
P. Pagerungan	P. Tonduk	1.4	1.2	1.3	1.4
P. Pagerungan	P. Guwa-Guwa	1.4	1.2	1.3	1.3

*Roundtrip days* merupakan waktu yang diperlukan oleh kapal dari origin menuju destination hingga kembali lagi ke origin. Atau, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{RTD} : \text{Port Time Asal} + \text{Sea Time Berangkat} + \text{Port Time Tujuan} + \text{Sea Time}$$

Rumus diatas berlaku untuk pola operasi dengan sistem *port to port*. Jika kapal menggunakan pola operasi *multiport* rumus diatas sudah tidak berlaku. Jika menggunakan pola operasi *multiport* maka total waktu trip dari origin menuju tujuan pelabuhan serta sampai kapal itu kembali, itu merupakan *roundtrip days*.

### 5.6. Frekuensi Kapal by Cargo

*Frekuensi by cargo* yaitu frekuensi kapal dapat melakukan operasi menurut jumlah kargo yang terangkut. Operasi yang dimaksud disini yaitu kegiatan kapal berlayar dari origin hingga kembali lagi ke origin (RTD).

*Frekuensi by cargo* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Frekuensi by cargo} = \text{jumlah kargo/payload kapal}$$

Berikut pemaparan akumulasi *frekuensi by cargo* dari masing-masing alternatif rute:

Tabel 5-12 *Frekuensi by Cargo*

Asal	Tujuan	Frequency by Cargo			
		K1	K2	K3	K4
P. Pagerungan	P. Sapudi	12	8	6	5
P. Pagerungan	P. Raas	64	41	31	27
P. Pagerungan	P. Tonduk	10	7	5	5
P. Pagerungan	P. Guwa-Guwa	10	7	5	5

Berdasarkan tabel diatas jumlah trip yang dihasilkan kapal 1 lebih besar karena payload kapal 1 lebih kecil yaitu 365 ton. Dalam satu tahun K1 harus 12 kali trip untuk memenuhi kebutuhan di Pulau Sapudi. Untuk memenuhi kebutuhan di Pulau Raas 64 trip/tahun, sedangkan untuk memenuhi kebutuhan di Pulau Tonduk dan Pulau Guwa-Guwa memerlukan 10 kali trip dalam setahun.

### 5.7. Variable Cost

Variable cost yaitu biaya kapal yang ditimbulkan akibat adanya muatan. Variable cost memiliki beberapa komponen biaya didalamnya seperti: biaya bongkar muat, biaya konsumsi bahan bakar dan biaya pelabuhan.

### 5.7.1. Biaya bongkar muat

Dalam tugas ini, biaya bongkar muat ada pada saat di pelabuhan asal, pelabuhan tujuan, Biaya bongkar muat dipengaruhi oleh seberapa banyak muatan yang akan dilakukan bongkar/muat. Semakin banyak muatan yang di bongkar dan dimuat maka semakin tinggi biaya bongkar muat nya.

### 5.7.2. Biaya konsumsi bahan bakar

Untuk menentukan biaya konsumsi dari bahan bakar selama kapal melakukan pelayaran, terlebih dahulu harus mengetahui daya mesin dari masing-masing kapal alternative. Selanjutnya untuk mengetahui kebutuhan konsumsi bahan bakar tiap-tiap alternatif kapal, dirumuskan sebagai berikut:

1. Konsumsi ME =  $SFR \times MCR \times S/Vs \times (1 + \text{margin})$
2. Konsumsi AE = Konsumsi ME x Coef. DO

### 5.7.3. Biaya pelabuhan

Biaya pelabuhan terdiri dari biaya tambat, biaya labuh, biaya pandu dan biaya tunda. Pelabuhan khusus Pagerungan mempunyai tarif yang diasumsikan sama dengan Pelindo III . Setiap daerah, memiliki tarif pelabuhan yang berbeda. Dimana, setiap tarif yang ditentukan merupakan kebijakan yang ditentukan oleh Pelabuhan Indonesia (Pelindo).

### 5.7.4. Fixed Cost

Fixed cost adalah biaya yang muncul ketika kapal tersebut digunakan. Dalam tugas ini, fixed cost yang dimaksud yaitu biaya sewa kapal. Dimana, sewa yang dimaksud menggunakan jenis time charter. time charter hire merupakan sistem sewa kapal yang dilakukan dalam jangka waktu tertentu, tetapi untuk trasaksi pembayaran dilakukan perhari. Untuk menentukan TCH dilakukan dengan pendekatan harga pembangunan kapal baru.

## 5.8. Pembuatan Model Optimasi

Berdasarkan konsep model optimasi, selanjutnya dapat melakukan pembuatan model yang dapat menggambarkan gambaran bagaimana pola operasi yang menghasilkan biaya optimum untuk mendapatkan total cost paling minimum. Optimasi dilakukan dengan memanfaatkan bantuan (tool) *solver* yang tersedia pada *microsoft excel*. Pada model optimasi ini akan menghasilkan kapal mana yang akan ditugaskan pada rute tertentu.

Dalam proses *running* dalam model, ada empat alternatif kapal dengan rute yang sudah ditentukan. Model akan memilih kapal mana yang paling optimum untuk memberikan nilai total cost (Rp/Ton). Berikut ini hasil dari optimasi dengan menggunakan solver.

### 5.8.1. Model Matematis

Setiap model akan dilakukan *running* atau proses optimasi dengan sheet yang berbedabeda. Model matematis dari setiap model dapat dituliskan sebagai berikut:

**Tabel 5-24** Input Model Optimasi

Asal	Tujuan	Jarak RTD	Demand (ton)	Pengasian Kapal (DECISION VARIABLE)				Frekuensi Setelah Pengasian				Total Muatan Terangkut (ton)					
				K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4		
P. Pagerungan	P. Sapudi	227.32	3,547														
P. Pagerungan	P. Raas	211.68	19,166														
P. Pagerungan	P. Tonduk	186.83	2,936														
P. Pagerungan	P. Guwa-Guwa	178.14	2,936														

Suplai = 28,585 Ton

Sehingga model matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

Model Matematis Optimasi :

OF

$$\text{Min total cost} = \sum_{n=1}^4 \sum_{i=1}^4 (FC_n \cdot ki + VC_n \cdot Fn \cdot ki)$$

DV adalah  $ki$  = assignment kapal I, dimana  $I = 1,2,3,4$

Subjecto (Constrain)

$$\sum_{n=1}^4 (F1 \cdot ki \cdot Pki) \geq D1$$

$$\sum_{n=1}^4 (F2 \cdot ki \cdot Pki) \geq D2$$

$$\sum_{n=1}^4 (F3 \cdot ki \cdot Pki) \geq D3$$



$$\sum_{n=1}^4 (F_n \cdot k_i \cdot P_{ki}) \geq D_4$$

$$\sum_{n=1}^4 \sum_{i=1}^4 (F_n \cdot k_i \cdot P_{ki}) \leq ST$$

Keterangan :

**FC<sub>n</sub>** = Fixed Cost ruas ke -n

**VC<sub>n</sub>** = Variable Cost ruas ke-n

**K<sub>i</sub>** = Penugasan Kapal ke-i

**F<sub>n</sub>** = Frekuensi terpilih ruas ke-n

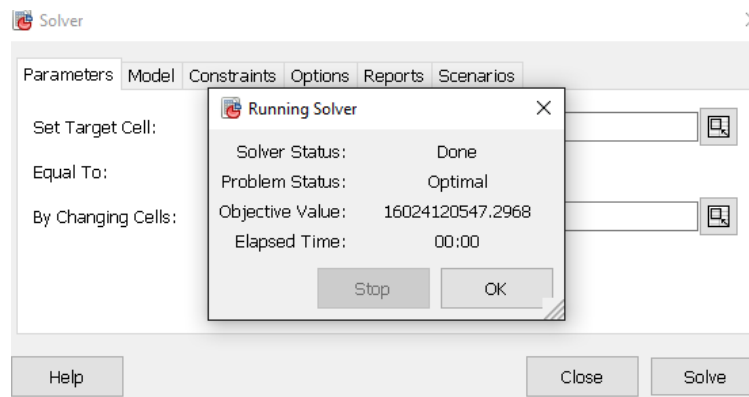
**P<sub>ki</sub>** = Payload kapal terpilih

**D<sub>n</sub>** = Demand ruas ke-n

**ST** = Supply total

### 5.8.2. Hasil Optimasi

Hasil optimasi dapat diterima setelah proses running dalam solver menyatakan bahwa hasil running adalah satisfied. pernyataan tersebut menyatakan bahwa hasil yang didapat dalam proses optimasi merupakan hasil yang paling optimum. Berikut hasil proses optimasi:



Gambar 5-2 Hasil Solver Genumeric

Dari hasil *running* model optimasi, didapatkan ringkasan data hasil optimasi yaitu didapatkan total cost pada masing-masing daerah sebagai berikut :

Tabel 5-13 Hasil Solver Penugasan Kapal

Asal	Tujuan	Jarak RTD	Demand (ton)	Penugasan Kapal (DECISION VARIABLE)				Total Cost (Rp/year)
				K1	K2	K3	K4	
P. Pagerungan	P. Sapudi	227.32	3,547	1	0	0	0	Rp 3,663,807,849
P. Pagerungan	P. Raas	211.68	19,166	1	0	0	0	Rp 5,240,296,241
P. Pagerungan	P. Tonduk	186.83	2,936	1	0	0	0	Rp 3,563,860,171
P. Pagerungan	P. Guwa-Guwa	178.14	2,936	1	0	0	0	Rp 3,556,156,287

Dengan hasil solver maka diperoleh total cost yang paling minimum yaitu sebesar Rp. 16,024,120,547 dengan kapal yang terpilih adalah kapal 1 dengan jumlah kapal 1.

Tabel 5-14 Hasil Solver Frekuensi dan Muatan Terangkut Kapal

Asal	Tujuan	Frekuensi Setelah Penugasan				Muatan Real Terangkut (ton)			
		K1	K2	K3	K4	K1	K2	K3	K4
P. Pagerungan	P. Sapudi	12				3,547			
P. Pagerungan	P. Raas	64				19,166			
P. Pagerungan	P. Tonduk	10				2,936			
P. Pagerungan	P. Guwa-Guwa	10				2,936			

Tabel diatas merupakan *frekuensi by cargo* yang diperlukan masing-masing kapal hasil dari optimasi. Frekuensi tersebut merupakan hasil dari pembulatan yang sebenarnya didapatkan hasil dengan angka desimal. Karena frekuensi tidak mungkin menggunakan angka desimal sehingga harus dibulatkan. Angka desimal di belakang koma menunjukkan bahwa pada pengiriman terakhir kapal tidak mengangkut muatan dengan jumlah penuh (*full load*) melainkan mengangkut muatan sisa yang belum terangkut pada periode pengangkutan sebelumnya sehingga jumlah muatan yang diterima di daerah tujuan tidak melebihi *demand* yang telah ditentukan.

## 5.9. Perencanaan Desain Kapal

Setelah diketahui pola operasi maka akan direncanakan desain kapal baru yang sesuai dengan kebutuhan listrik di masing-masing Pulau berikut data kapal pembangkit listrik di setiap Pulau :

Tabel 5-15 Data Kapal Pembangkit Listrik

Lokasi	Nama Kapal	Kapasitas Daya (MW)
P. Sapudi	Kapal 1	1.45
P. Raas	Kapal 2	8.98
P. Tonduk	Kapal 3	1.09
P. Guwa-Guwa	Kapal 4	1.09

Dari tabel diatas tiap Pulau memiliki kapasitas yang berbeda-beda untuk sapudi sebesar 1.45 MW dan, Raas sebesar 8.98 MW, Tonduk sebesar 1.09 dan Guwa-Guwa sebesar 1.09 MW.

#### 5.9.1. Penentuan Ukuran Utama

Penentuan ukuran utama dapat dicari dengan menggunakan perbandingan kapal sejenis yang sudah beroperasi dengan metode regresi linier berikut data kapal pembanding :

Tabel 5-16 Data Kapal Pembanding

No	Nama kapal	Daya	L	B	H	T
1	Dynami III	48	69	18	4.3	2.2
2	72 MW Floating Diesel power plant	72	62.9	31.8	4.8	2.9
3	124 MW Floating Diesel power plant	124	85.1	31.8	5.4	3.5
4	128 MW Floating Diesel power plant	142	92.5	31.8	5.4	3.5

Ukuran utama diperoleh dari hasil regresi ukuran utama kapal – kapal pembanding yang telah diperoleh dimana persamaan dari masing – masing kurva disubstitusikan nilai daya yang dikehendaki sehingga diperoleh ukuran utama baru yang akan digunakan dalam perhitungan kapal. Setelah beberapa kali mengalami koreksi ukuran utama maka didapatkan ukuran utama dari 4 kapal pembangkit listrik terapung adalah sebagai berikut :

Tabel 5-17 Data Ukuran Utama Kapal Pembangkit Listrik Terapung

Kapal 1 ( 2x1.45 MW)	Panjang (L)	50.0	m
	Lebar (B)	17.3	m
	Tinggi (H)	3.8	m
	Sarat (T)	1.8	m
Kapal 2 (2x8.98 MW)	Panjang (L)	52.2	m
	Lebar (B)	18.2	m
	Tinggi (H)	3.9	m
	Sarat (T)	1.9	m
Kapal 3 (2x1.09 MW)	Panjang (L)	47.4	m
	Lebar (B)	16.4	m
	Tinggi (H)	3.8	m
	Sarat (T)	1.8	m
Kapal 4 (2x1.09 MW)	Panjang (L)	47.4	m
	Lebar (B)	16.4	m
	Tinggi (H)	3.8	m
	Sarat (T)	1.8	m

Tabel diatas merupakan hasil dari ukuran utama untuk 4 kapal pembangkit listrik terapung yang berada dimasing-masing Pulau. Untuk kapal 3 dan kapal 4 mempunyai ukuran yang sama karena kapasitas listrik dikedua Pulau yakni Pulau Tonduk dan Pulau Guwa-Guwa mempunyai kapasitas listrik yang sama.

#### 5.9.2. Penentuan Generator Set

Dari data kebutuhan listrik yang didapatkan, diketahui bahwa kebutuhan listrik untuk Pulau Raas yang ideal adalah 8.98MW, Pulau Sapudi sebesar 1.45 MW, Pulau Tonduk 1.09 MW, dan Pulau Guwa-Guwa 1.09 MW. Dari jumlah yang didapat tersebut harus disediakan mesin Generator set dengan bahan bakar utama gas seperti yang ada pada tujuan. Setelah dilakukan pencarian, didapatkan paket generator set, dari Kawasaki dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 5-18 Spesifikasi Genset

Spesifikasi Generator Set		
<b>Merk</b>	Kawasaki Gas Turbin Generator Set	
<b>Gas Turbine Model</b>	M1A-13A	
<b>Gas Turbine Generator Model</b>	GPB15	
<b>Maximum Continuos Electric Output</b>	8,980	Kw
<b>Heat Rate</b>	13,200	kJ/kW-hr
<b>Fuel Type</b>	Natural Gas	
<b>Weight</b>	60	ton
<b>Dimension</b>		
<b>Length</b>	19.1	m
<b>Width</b>	6.1	m
<b>Height</b>	10.95	m

Tabel diatas adalah spesifikasi dari mesin yang berkapasitas 8.980 Kw (8.98 MW) yang dimiliki kapal 2, spesifikasi mesin untuk kapal 1, kapal 3 dan kapal 4 terlampir di bab lampiran.

## 5.10. Perhitungan Teknis

### 5.10.1. Perhitungan Kapasitas Tanki Bahan Bakar

Untuk menentukan kapasitas tanki bahan bakar dari pembangkit listrik terapung penulis mengasumsikan adanya *deadstock* selama 4 hari. Dikarenakan takut terjadi proses kegagalan pengiriman bahan bakar yang diakibatkan beberapa factor seperti cuaca buruk. Maka untuk mendesain tanki bahan bakar pembangkit listrik terapung adalah seperti berikut ini :

#### Bahan Bakar Gas (LNG)

Heat Rate	=	13,200 KJ/kW-hr		
	=	12,408 BTU/kW-hr		
Volume	=	111,423,840 BTU		
	=	3,156 m <sup>3</sup>		<i>; per Jam</i>
	=	75,756 m <sup>3</sup>		<i>; per Hari</i>
	=	126 m <sup>3</sup>		<i>; per Hari (Liquified)</i>
Berat	=	58 ton		<i>; per Hari (Liquified)</i>
		302 ton		5.2 hari
		657 m <sup>3</sup>		5.2 hari
		534 ton		9.2 hari <i>deadstock</i>
		1,161.56 m <sup>3</sup>		9.2 hari <i>deadstock</i>

Kapal 2 yang mempunyai kapasitas listrik (2x8.98 MW), tanki yang akan di desain bisa menampung 1,161 m<sup>3</sup> LNG yang mampu mencukupi kebutuhan bahan bakar *Power Plant Barge* selama 9,2 hari. Untuk kapal 1 berkapasitas 958 m<sup>3</sup> yang mampu mencukupi *Power Plant Barge* selama 41 hari. Kapal 3 dan 4 mempunyai kapasitas 734 m<sup>3</sup> bisa mencukupi kebutuhan selama 38 hari. Untuk perhitungan kapal 1, kapal 3 dan 4 penulis melampirkan di bab lampiran.

### 5.10.2. Perhitungan Berat Kapal

Komponen berat adalah DWT dan LWT. Yang termasuk ke dalam komponen DWT adalah muatan yang diangkut. Sementara komponen LWT adalah berat baja *barge*, berat peralatan dan perlengkapan.

### 5.10.3. Perhitungan Berat Baja Kapal

Perhitungan berat baja kapal didapatkan dengan menggunakan metode *Harvald & Jensen* (1992), dari buku *Ship Design Efficiency and Economy* (Schneekluth : 1998). Berikut ini adalah hasil perhitungan berat baja kapal :

#### Volume Deck House ( $V_{DH}$ )

##### 1. Volume Layer 1 ( $V_{DH1}$ )

$$\begin{aligned} \text{Panjang Layer 1 } (\ell_{DH1}) &= 15 \% \cdot L \\ &= 7.8 \text{ m} \\ \text{Lebar Layer 1 } (b_{DH1}) &= B - 2 \quad ; 2m = \text{gangway} \\ &= 16.2 \text{ m} \\ \text{Tinggi Layer 1 } (t_{DH1}) &= 2.5 \text{ m} \quad ; \text{asumsi} \\ \text{Volume Layer 1 } (V_{DH1}) &= \ell_{DH1} \cdot b_{DH1} \cdot t_{DH1} \\ &= 317 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

##### 2. Volume Layer 2 ( $V_{DH2}$ )

$$\begin{aligned} \text{Panjang Layer 2 } (\ell_{DH2}) &= 10\% \cdot L \\ &= 5.2 \text{ m} \\ \text{Lebar Layer 2 } (b_{DH2}) &= B - 2 \quad ; 2m = \text{gangway} \\ &= 16.2 \text{ m} \\ \text{Tinggi Layer 2 } (t_{DH2}) &= 2.5 \text{ m} \quad ; \text{asumsi} \\ \text{Volume Layer 2 } (V_{DH2}) &= \ell_{DH2} \cdot b_{DH2} \cdot t_{DH2} \\ &= 212 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

##### 3. Volume Layer 3 ( $V_{DH3}$ )

$$\begin{aligned} \text{Panjang Layer 3 } (\ell_{DH3}) &= 7.5 \% \cdot L \\ &= 3.9 \text{ m} \\ \text{Lebar Layer 3 } (b_{DH3}) &= B - 2 \quad ; 4m = \text{gangway} \\ &= 16.2 \text{ m} \\ \text{Tinggi Layer 3 } (t_{DH3}) &= 2.5 \text{ m} \quad ; \text{asumsi} \\ \text{Volume Layer 3 } (V_{DH3}) &= \ell_{DH3} \cdot b_{DH3} \cdot t_{DH3} \\ &= 159 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

### Volume Deck House

$$\begin{aligned} V_{DH} &= V_{DH1} + V_{DH2} + V_{DH3} \\ &= 688 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

### Berat Baja ( $W_{ST}$ )

$$DA = \text{Tinggi Kapal Setelah Dikoreksi Deck House}$$

$$= H + \frac{V_{DH}}{L_{PP} \cdot B}$$

$$= 4.64 \text{ m}$$

$$C_{SO} = 0.0752 \text{ t/m}^3$$

$$D = \text{Berat Kapal} \quad \text{Schneecluth Hal. 154}$$

$$= 1628.86 \text{ ton}$$

$$U = \log \frac{\Delta}{100}$$

$$= 1.2119$$

$$C_S = C_{SO} + 0.06 \cdot e^{-(0.5 \cdot U + 0.1 \cdot U^{2.45})}$$

$$= 0.1036$$

### Total Berat Baja

$$W_{ST} = L_{PP} \cdot B \cdot DA \cdot C_S$$

$$= 456.80 \text{ ton}$$

Perhitungan berat baja diatas adalah perhitungan berat baja untuk kapal 2 yaitu sebesar  $W_{st} = 456.80$  ton. Kapal 1 mempunyai berat baja sebesar  $W_{st} = 411.58$  ton. Dan untuk kapal 3 mempunyai berat baja  $W_{st} = 417.89$  ton, sedangkan kapal 3 mempunyai berat baja  $W_{st} = 417.89$  ton. Untuk perhitungan kapal 1, kapal 3 dan 4 penulis lampirkan di bab lampiran.

#### 5.10.4. Perhitungan Berat Komponen Listrik Utama

##### 1. Berat Komponen Listrik Utama

##### 1.1 Kawasaki Gas Turbin Generator Set

$$W_{GS} = 120 \quad [\text{ton}] \quad ; \text{ untuk 2 genset}$$

##### 1.2 Filter House

$$W_{FH} = 23 \quad [\text{ton}] \quad ; \text{ penelitian sebelumnya oleh Dimas Hariyanto}$$

" DESAIN POWER PLANT BARGE 20 MW TENAGA GAS "

### 1.3 Tiang Instalasi Listrik

0.35 ton

### 1.4 Vaporizer

$$W_{VAPO} = 0.674 \text{ [ton]}$$

### Total Berat Peralatan

$$\begin{aligned} W_{\text{Komponen}} &= W_{GS} + W_{FH} + W_{VAPO} + W_{\text{tiang Listrik}} \\ &= 287.70 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan kapal 1, kapal 3 dan kapal 4 penulis melampirkan dibab lampiran .

#### 5.10.5. Titik Berat Komponen Listrik

##### 1 Titik berat Genset

$$\begin{aligned} KG_{GS} &= 9.39 \text{ m} \\ LCG_{GS} &= 14.0 \text{ m dari midship} \end{aligned}$$

##### 2 Filter House

$$\begin{aligned} KG_{FH} &= 6.925 \text{ m} \\ LCG_{FH} &= 17.1 \text{ m dari midship} \end{aligned}$$

##### 3 Tiang Instalasi Listrik

$$\begin{aligned} KG_{tl} &= 9.2 \text{ m} \\ LCG_{tl} &= -5.1 \text{ m ; dari midship} \end{aligned}$$

##### 4 Vaporizer

$$\begin{aligned} KG_{VAPO} &= 5.9 \text{ m} \\ LCG_{VAPO} &= 2.1 \text{ m dari midship} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KG_{\text{Komponen}} &= \frac{KG_{GS} \cdot W_{GS} + KG_{FH} \cdot W_{FH} + KG_{VAPO} \cdot W_{VAPO}}{W_{GS} + W_{FH} + W_{VAPO}} \\ &= 9.0 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LCG_{\text{Komponen}} &= \frac{LCG_{GS} \cdot W_{GS} + LCG_{FH} \cdot W_{FH} + LCG_{VAPO} \cdot W_{VAPO}}{W_{GS} + W_{FH} + W_{VAPO}} \\ &= 14.4 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan kapal 1, kapal 3 dan kapal 4 penulis melampirkan dibab lampiran .



### 5.10.6. Perhitungan Berat Consumable

#### Jumlah & Berat Crew

$$\begin{aligned}
 \text{Crew} &= 22 \\
 C_{C\&E} &= 0.08 \\
 W_{C\&E} &= \text{Berat Kru Total} \\
 &= Z_c \cdot C_{c\&e} \quad ; \text{ asumsi berat rata-rata manusia} \\
 &= 1.76
 \end{aligned}$$

#### Fresh Water

$$\begin{aligned}
 C_{w1} &= 300 \text{ kg/orang hari} \quad ; \text{ Koef. untuk cuci, mandi, dan minum kru} \\
 &= 0.0125 \text{ ton/orang jam} \\
 C_{w2} &= 0.005 \text{ ton/HP} \quad ; \text{ Koef. air tawar untuk pendingin mesin} \\
 W_{FW1} &= 2 \cdot C_{w1} \cdot Z_c \quad ; \text{ Berat air tawar untuk mandi, cuci, minum} \\
 &= 39.6 \text{ ton} \\
 W_{FW2} &= 2 \cdot C_{w2} \cdot \text{BHP} \quad ; \text{ Berat air tawar untuk pendingin mesin} \\
 &= 120.4 \text{ ton} \\
 W_{FW \text{ total}} &= (W_{FW1} + W_{FW2}) \\
 &= 160.02 \text{ ton} \\
 W_{FW} &= W_{FW \text{ total}} + 2\% \cdot W_{FW \text{ total}} \quad ; \text{ terdapat penambahan koreksi 2\%} \\
 &= 163.22 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

#### Lubricating Oil

$$\begin{aligned}
 \text{SFR} &= 0.00005390 \text{ ton/kW h (Kawasaki Gas Turbin Generator Set )} \\
 \text{MCR} &= 8980 \text{ kW} \\
 \text{Margin} &= 10\% \quad ; (5\% \sim 10\%) \\
 W_{LO'} &= \text{SFR} \cdot \text{MCR} \cdot (1 + \text{Margin}) \\
 &= 12.78 \text{ ton} \\
 W_{LO''} &= \frac{W_{LO'} + 4\% \cdot W_{LO'}}{\pi} \quad ; \text{ Diktat IGM Santosa Penambahan 2\% untuk} \\
 & \quad \text{konstruksi dan 2\% untuk ekspansi panas} \\
 &= 14.77 \text{ ton} \quad \text{dan } \pi = 0.9 \\
 V_{LO''} &= 16.41 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

### Provision & Store

$$\begin{aligned}
 C_{PR} &= 5 \text{ kg/orang } \dagger; \text{ Koef. Provision \& Store} \\
 &= 0.00020833 \text{ ton/ orang jam} \\
 W_{PR} &= 2 \cdot C_P \cdot Z_c \\
 &= 0.22 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

### Total Berat Consumable and Crew ( $W_{cons}$ )

$$\begin{aligned}
 &= W_{LO} + W_{PR} + W_{FW} + W_{LNG} + W_{C\&E} \\
 &= \mathbf{714.29 \text{ ton}}
 \end{aligned}$$

### 5.10.7. Perhitungan Peralatan dan Perlengkapan

#### Input Data

$$\begin{aligned}
 L_{PP} &= 52.2 \text{ m} \\
 B &= 18.2 \text{ m} \\
 H &= 3.9 \text{ m} \\
 C_{ALV} &= 170 \text{ kg/m}^2 \quad ; \text{ Ship Design for Efficiency and Economy hal. 172}
 \end{aligned}$$

### GRUP III

#### 1. Layer I

$$\begin{aligned}
 \ell_I &= 7.8 \text{ m} \\
 b_I &= 16.2 \text{ m} \\
 A_I &= \ell_{PO} \cdot b_{PO} \\
 &= 126.99 \text{ m}^2 \\
 W_I &= \frac{A_{PO} \cdot C_{ALV}}{1000} \\
 &= 21.588 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

#### 3. Layer III

$$\begin{aligned}
 \ell_{DH3} &= 3.9 \text{ m} \\
 b_{DH3} &= 16.2 \text{ m} \\
 A_{DH3} &= \ell_{DH3} \cdot b_{DH3} \\
 &= 63.493 \text{ m}^2 \\
 W_{DH3} &= \frac{A_{DH3} \cdot C_{ALV}}{1000} \\
 &= 10.794 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

#### 2. Layer II

$$\begin{aligned}
 \ell_{DH2} &= 5.2 \text{ m} \\
 b_{DH2} &= 16.2 \text{ m} \\
 A_{DH2} &= \ell_{DH2} \cdot b_{DH2} \\
 &= 84.657 \text{ m}^2 \\
 W_{DH2} &= \frac{A_{DH2} \cdot C_{ALV}}{1000} \\
 &= 14.39 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{W \text{ Total}} &= \mathbf{W_{DH1} + W_{DH2} + W_{DH3}} \\
 &= \mathbf{46.773 \text{ ton}}
 \end{aligned}$$

#### Grup IV

$$C = 0.23 \text{ ton/m}^2$$

*; 0.18 ton/m<sup>2</sup> < C < 0.26 ton/m<sup>2</sup> untuk ukuran sedang, Ship Design Efficiency and Economy hal 172*

$$W_{IV} = \sqrt[3]{(L_{PP} \cdot B \cdot H)^2 \cdot C} \text{ ; untuk ukuran sedang}$$
$$= 55.2 \text{ ton}$$

#### Berat Total Peralatan dan Perlengkapan

$$W_{E\&O} = W_{Total} + W_{IV}$$
$$= 102.00 \text{ ton}$$

#### 5.10.8. Perhitungan Berat Total

Perhitungan berat total yaitu meliputi berat DWT dan LWT

#### Berat LWT

$$LWT = W_{ST} + W_{E\&O} + W_{Komponen}$$
$$= 846.50 \text{ ton}$$

#### Berat DWT

$$DWT = W_{cons}$$
$$= 714.29 \text{ ton}$$

Sehingga untuk koreksi displacement sebagai berikut :

Tabel 5-19 Koreksi Displacement

<b>Total LWT</b>	846.50	ton
<b>Total DWT</b>	714.29	ton
<b>DWT + LWT</b>	1560.78	ton
<b>Displasemen</b>	1628.86	ton
<b>Margin (2-10)%</b>	4%	<b>Diterima</b>

Perhitungan diatas untuk kapal 2 (2x8.98 MW), perhitungan untuk kapal 1, kapal 3 dan 4 penulis lampirkan dibab lampiran.

### 5.10.9. Perhitungan Freeboard

- Freeboard standart yaitu freeboard yang tertera pada tabel freeboard standar sesuai dengan tipe kapal.

$$F_b = 325 \text{ mm}$$

- Koreksi untuk kapal di bawah 100m ( $F_{b1}$ )

Untuk kapal dengan panjang  $24 < L < 100$  m dan mempunyai superstructure tertutup dengan panjang efektif mencapai  $35\%L$ .

$$F_{b1} = 375.47 \text{ mm}$$

- Koreksi koefisien blok (untuk kapal dengan  $C_b > 0.68$ )

$$\begin{aligned} F_{b2} &= f_b \times (0.68 + C_b) / 1.36 \\ &= 375.47 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Koreksi tinggi ( $F_{b3}$ )

Koreksi dilakukan apabila  $D > L/15$

$$D = \text{tinggi kapal} = 3.6 \text{ meter}$$

$$L/15 = 3.1 ; D > L/15 \text{ maka } F_{b3} = F_{b2} + (R(D - (L/15)))$$

$$F_{b3} = 375.47 \text{ mm}$$

- Koreksi lengkung memanjang kapal

Karena kapal ini tidak memiliki lengkungan atau sheer, maka koreksi LMK = 0 mm

- Lambung timbul minimum

Adalah penjumlahan dari semua koreksi untuk mendapatkan tinggi lambung timbul minimum.

$$\text{Freeboard standart} = 325 \text{ mm}$$

$$\text{Koreksi Panjang} = 375.47 \text{ mm}$$

$$\text{Lambung timbul (Freeboard) minimum} = 27.82 \text{ mm}$$

Dari perhitungan batasan yang telah dibuat didapat nilai lambung timbul minimum adalah 27.82 mm. Lambung timbul yang didapatkan dari  $H - T$  didapat nilai 2.0 m. Jadi lambung timbul *barge* telah memenuhi standar.

#### **Batasan**

1. Lambung Timbul Sebenarnya

$$\begin{aligned} F_{ba} &= H - T \\ &= 2.0 \text{ m} \end{aligned}$$

*Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Total*

$$\text{Kondisi} = \text{Diterima}$$

Perhitungan diatas untuk kapal 2 (2x8.98 MW), perhitungan untuk kapal 1, kapal 3 dan 4 penulis lampirkan dibab lampiran.

#### 5.10.10. Perhitungan Trim

Trim adalah perbedaan tinggi sarat kapal antara sarat depan dan belakang. Sedangkan *even keel* merupakan kondisi di mana sarat belakang TF dan sarat depan Ta adalah sama. Trim terbagi dua yaitu :

1. Trim haluan
2. Trim buritan

Perhitungan trim dengan rumus yang diambil dari *Parametric Design chapter 11 [Parsons]*:

#### Sifat Hidrostatik

##### 1. KB

$$\begin{aligned} \text{KB/T} &= 0.9 - 0.3 \cdot C_M - 0.1 \cdot C_B \\ & \text{Parametric Ship Design hal. 11 - 18} \\ &= 0.512 \end{aligned}$$

$$\text{KB} = 0.96082 \text{ m}$$

##### 2. $\text{BM}_T$

$$\begin{aligned} C_I &= 0.1216 \cdot C_{WP} - 0.041 \\ & \text{Transverse Inertia Coefficient} \\ & \text{Parametric Ship Design hal. 11 - 19} \\ &= 0.07157 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_T &= C_I \cdot L_{PP} \cdot B^3 \\ &= 22579.7 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BM}_T &= I_T / \nabla \quad ; \text{ jarak B dan M secara melintang} \\ &= 14.2088 \text{ m} \end{aligned}$$

3.  $BM_L$

$$C_{IL} = 0.350 \cdot C_{WP}^2 - 0.405 \cdot C_{WP} + 0.146$$

*Longitudinal Inertia Coefficient*

$$= 0.07102$$

$$I_L = C_{IL} \cdot L_{PP}^3 \cdot B$$
$$= 184136 \text{ m}^4$$

$$BM_L = I_L / \nabla \quad ; \text{ jarak } B \text{ dan } M \text{ secara melintang}$$
$$= 115.872 \text{ m}$$

4.  $GM_L = KB + BM_L - KG$

$$= 112.851$$

5. Trim =  $\frac{(LCG - LCB) \cdot L_{PP}}{GM_L}$  ; *Parametric Ship Design hal 11 - 27*

$$= -2.4476 \text{ m}$$

Kondisi Trim

**Trim Haluan**

6. Batasan Trim

$$\Delta (LCG - LCB)$$

$$= -5.290$$

$$0.1\% \cdot L_{PP}$$

$$= 0.05221 \text{ m}$$

**Kondisi Batasan Trim**

**Diterima**

Perhitungan diatas untuk kapal 2 (2x8.98 MW), perhitungan untuk kapal 1, kapal 3 dan 4 penulis lampirkan dibab lampiran.

5.10.11. Perhitungan Stabilitas

Kapal yang akan dibangun harus dapat dibuktikan secara teoritis bahwa kapal tersebut memenuhi standart keselamatan pelayaran *Safety Of Life At Sea* ( SOLAS) atau *International Maritime Organization* (IMO).. Berikut adalah pemeriksaan hasil hitungan yang telah dibandingkan dengan batasanya :

Tabel 5-20 Hasil Perhitungan Stabilitas

**Kriteria IMO**

1. $e_{30^\circ} \geq$	0.055
$e_{30^\circ} =$	1030.392427
	<b>Diterima</b>
2. $e_{40^\circ} \geq$	0.09
$e_{40^\circ} =$	2449.59062
	<b>Diterima</b>
3. $e_{30-40^\circ} \geq$	0.03
$e_{30-40^\circ} =$	1419.198193
	<b>Diterima</b>
4. $h_{30^\circ} \geq$	0.2
$h_{30^\circ} =$	6717.360156
	<b>Diterima</b>
5. $\theta_{\max} \geq$	15
$\theta_{\max} =$	42.12845665
	<b>Diterima</b>
6. $GM_0 \geq$	0.15
$GM_0 =$	0.966620197
	<b>Diterima</b>
<b>Status =</b>	<b>Kriteria Dipenuhi</b>

Keterangan :

1.  $e_{30^\circ}$  adalah luas bidang dibawah kurva lengan statis (GZ) sampai  $30^\circ$  sudut oleng,
2.  $e_{40^\circ}$  adalah luas bidang dibawah kurva lengan statis (GZ) sampai  $40^\circ$  sudut oleng,
3.  $e_{30-40^\circ}$  adalah luasan bidang yang terletak di bawah lengkung lengan statis (GZ) diantara sudut oleng  $30^\circ$  dan  $40^\circ$
4.  $h_{30^\circ}$  adalah lengan statis (GZ) pada sudut oleng  $> 30^\circ$
5.  $\theta_{\max}$  adalah sudut dimana lengan stabilitas statis (GZ) maksimum terjadi.

6. GM0 adalah tinggi metacentre (MG) pada sudut oleng  $0^\circ$

Dari hasil pemeriksaan di atas maka telah dibuktikan bahwa ukuran utama yang dihasilkan dari proses iterasi solver telah memenuhi semua kriteria stabilitas.

#### 5.10.12. Crew dan Operasional Power Plant Barge

Dalam operasional *Power Plant Barge* ini, ada dua divisi yang menjalankan yaitu Departemen Dek, Departemen *Engineering* dan Departemen Produksi. Seluruh *Crew* berjumlah 22 anggota, dimana list anggota seperti pada list di bawah ini.

##### ● **Deck Department**

General Manager	1
Capten	1
seaman	2
<b>jumlah</b>	<b>4</b>

##### ● **Production Department**

Manager	1
Eng. Perenc. Pengend. Bahan Bakar dan Pelumas	2
Logistik	1
<b>jumlah</b>	<b>4</b>

##### ● **Engineering Department**

Manager	1
Eng. Sistem Mekanikal	6
Eng. Sistem Elektrikal	6
Perenc. Pengend. Operasi dan Pemeliharaan	1
<b>jumlah</b>	<b>14</b>

*Sumber : Penelitian Oleh Dimas Hariyanto “ Desain Power Plant Barge 20 Mw Tenaga Gas Sebagai Unit Pembantu Wilayah Kabupaten Kepulauan Selayar Sulawesi Selatan “*

Dari keseluruhan kru yang berjumlah 22 orang, ada dua bagian yang memiliki system *shift* dimana, dalam sehari dibagi menjadi tiga *shift* yaitu bagian *Engineer* Sistem Mekanikal dan *Engineer* Sistem Elektrikal, dari Divisi *Engineering dan Seaman* dari departemen dek dikarenakan ketiga bagian ini harus memonitor seluruh sistem permesinan, kelistrikan, dan



keadaan barge. Dan untuk anggota *crew* yang lain memiliki jam kerja normal yaitu dari pagi sampai sore hari.

### 5.11. Pembuatan Lines Plan

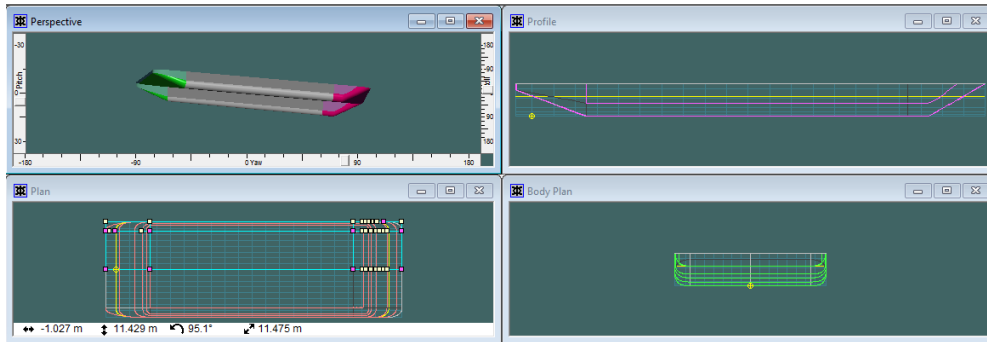
Dalam proses merancang sebuah kapal maka yang pertama dilakukan adalah pembuatan rencana garis. Dalam pembuatan rencana garis ini digunakan *software Maxsurf*. Caranya adalah dengan perpaduan antara *maxsurf* dengan *AutoCad*. Pada Program *Maxsurf* juga disediakan beberapa desain dasar kapal, seperti *Tanker Bow, series 60, ship 1, ship 2, ship 3* dan sebagainya. Dengan memanfaatkan desain dasar tersebut (berupa bagian bentuk kapal), maka bisa dibuat bagian kapal lainnya dengan menggunakan bentuk-bentuk dasar seperti model kapal yang dipilih.

Dalam proses desain *barge* ini, pembuatan rencana garis di *maxsurf* dilakukan dengan membuat *surface* baru. *Surface* tersebut diatur sedemikian rupa agar didapatkan bentuk kapal yang sesuai. Panjang, lebar, tinggi dan sarat disesuaikan dengan ukuran utama yang telah didapatkan dari proses regresi.

#### 5.11.1. Rencana Garis

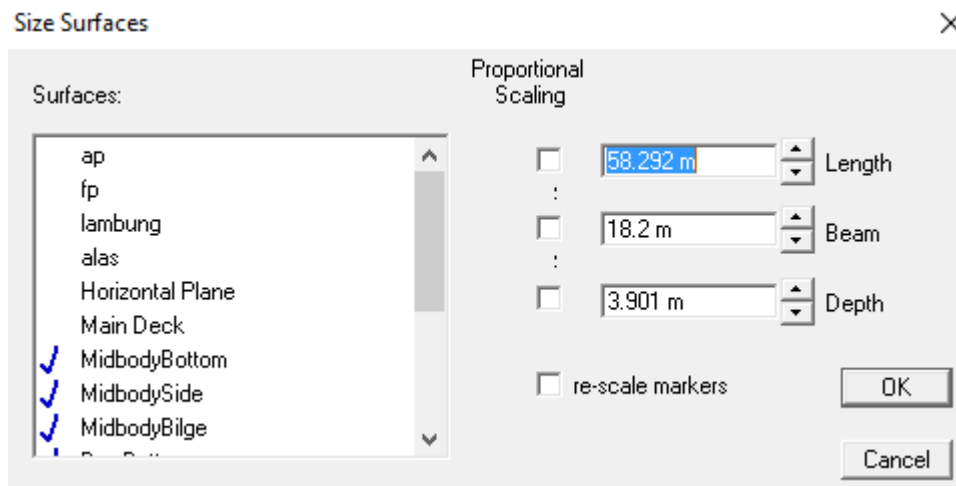
Rencana Garis merupakan gambar yang menyatakan bentuk potongan body kapal dibawah garis air yang memiliki tiga sudut pandang yaitu, *body plan* (secara melintang), *buttock plan* (secara memanjang) dan *half breadth plan* (dilihat dari atas).

Ada berbagai cara membuat lines plan. Namun seiring dengan kemajuan teknologi, kini telah hadir *software* khusus yang biasa digunakan untuk menggambar *lines plan* dalam waktu yang singkat. *Software* dimaksud adalah *Maxsurf*. Dengan *maxsurf* sebagai awalnya dan dengan *Auto Cad* sebagai penyempurna, maka waktu pengerjaan menjadi lebih efisien. Melalui program *maxsurf*, digunakan contoh desain kapal ‘tongkang’ dari *template* yang sudah disediakan dalam *maxsurf*.



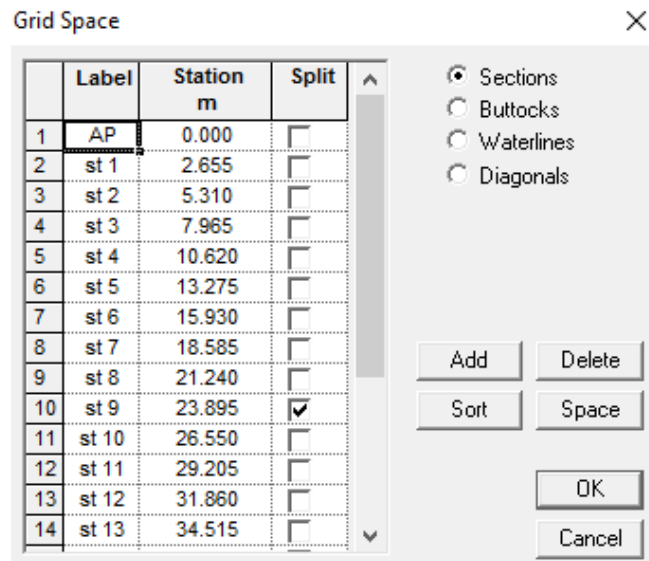
Gambar 5-3 Model dan Rencana Garis Tongkang

Setelah model selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah menentukan panjang, lebar, dan tinggi dari model yang dibuat. Caranya yaitu dengan mengubah ukuran *surface* pada menu *surface > size surface* kemudian akan muncul kotak dialog sebagai berikut.



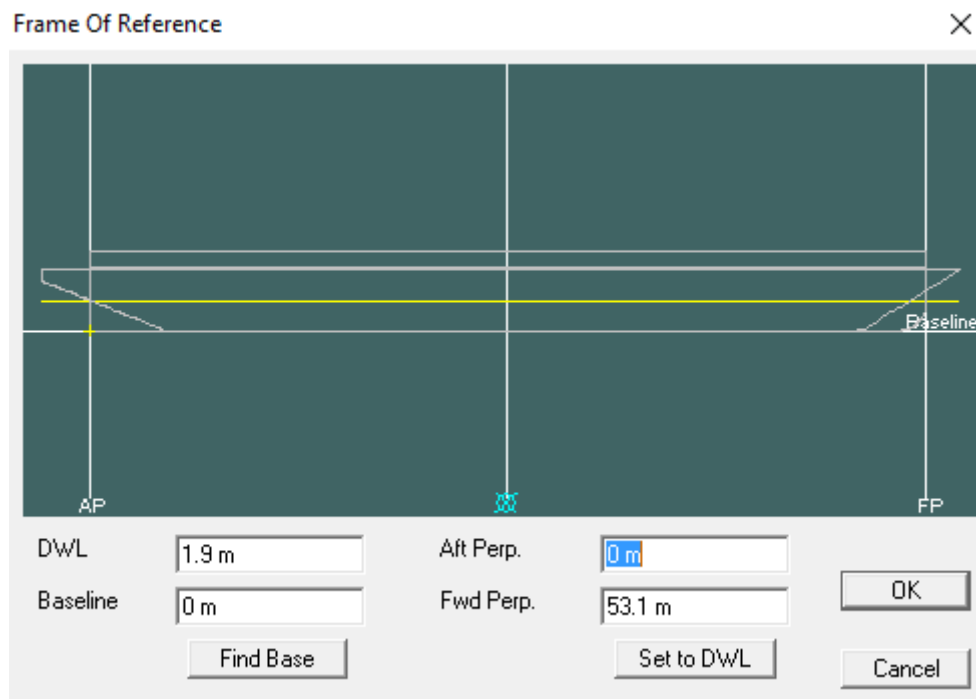
Gambar 5-4 Tab Size Surface

Untuk panjang diisi dengan  $L_{oa}$ , agar ket  $L_{pp}$  dapat sesuai dengan perhitungan . lebar dan tinggi disamakan dengan hasil perhitungan. Sedangkan untuk mengatur jumlah dan letak dari station, *Buttock line* dan *Water line*, dengan mengakses *menu data > grid spacing* dan akan muncul kotak dialog sebagai berikut.



Gambar 5-5 Pengaturan Jumlah Section, Buttock dan Waterlaine

Setelah ukuran sesuai kemudian ditentukan sarat dari model ini. Untuk memasukkan nilai sarat kapal dilakukan dengan mengakses *menu data > frame of reference*. Pada menu ini akan tampak panjang Lwl kapal.



Gambar 5-6 Pengaturan Sarat dari Model dalam Maxsurf

Setelah sarat kapal ditentukan selanjutnya dilakukan pengecekan nilai hidrostatik dari model yang dibuat, yaitu dengan mengakses *menu data > calculate hydrostatic*. Dari sini akan tampak data-data hidrostatik dari model. Jika data belum sesuai dengan perhitungan maka perlu dilakukan perubahan terhadap model. Namun ketika data hidrostatik telah sesuai maka model ini dapat langsung diexport ke format dxf untuk diperbaiki dengan *software Autocad*.

Hydrostatics at DWL ✕

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	1647.16	tonne
2	Volume	1606.98	m <sup>3</sup>
3	Draft to Baseline	1.9	m
4	Immersed depth	1.901	m
5	Lwl	53.1	m
6	Beam wl	18.8	m
7	WSA	2341.115	m <sup>2</sup>
8	Max cross sect area	35.735	m <sup>2</sup>
9	Waterplane area	972.963	m <sup>2</sup>
10	Cp	0.902	
11	Cb	0.90	
12	Cm	1	
13	Cwp	0.975	
14	LCB from zero pt	26.466	m
15	LCF from zero pt	26.095	m
16	KB	0.974	m
17	KG	0	m
18	Bmt	16.499	m
19	BMI	127.305	m
20	GMt	17.474	m
21	GMI	128.28	m
22	Kmt	17.474	m
23	KMI	128.28	m
24	Immersion (TPc)	9.973	tonne/cm
25	MTC	42.363	tonne.m
26	RM at 1deg = GMt.Di	534.777	tonne.m
27	Precision	Medium	50 station

Density:  Recalculate

VCG:  Close

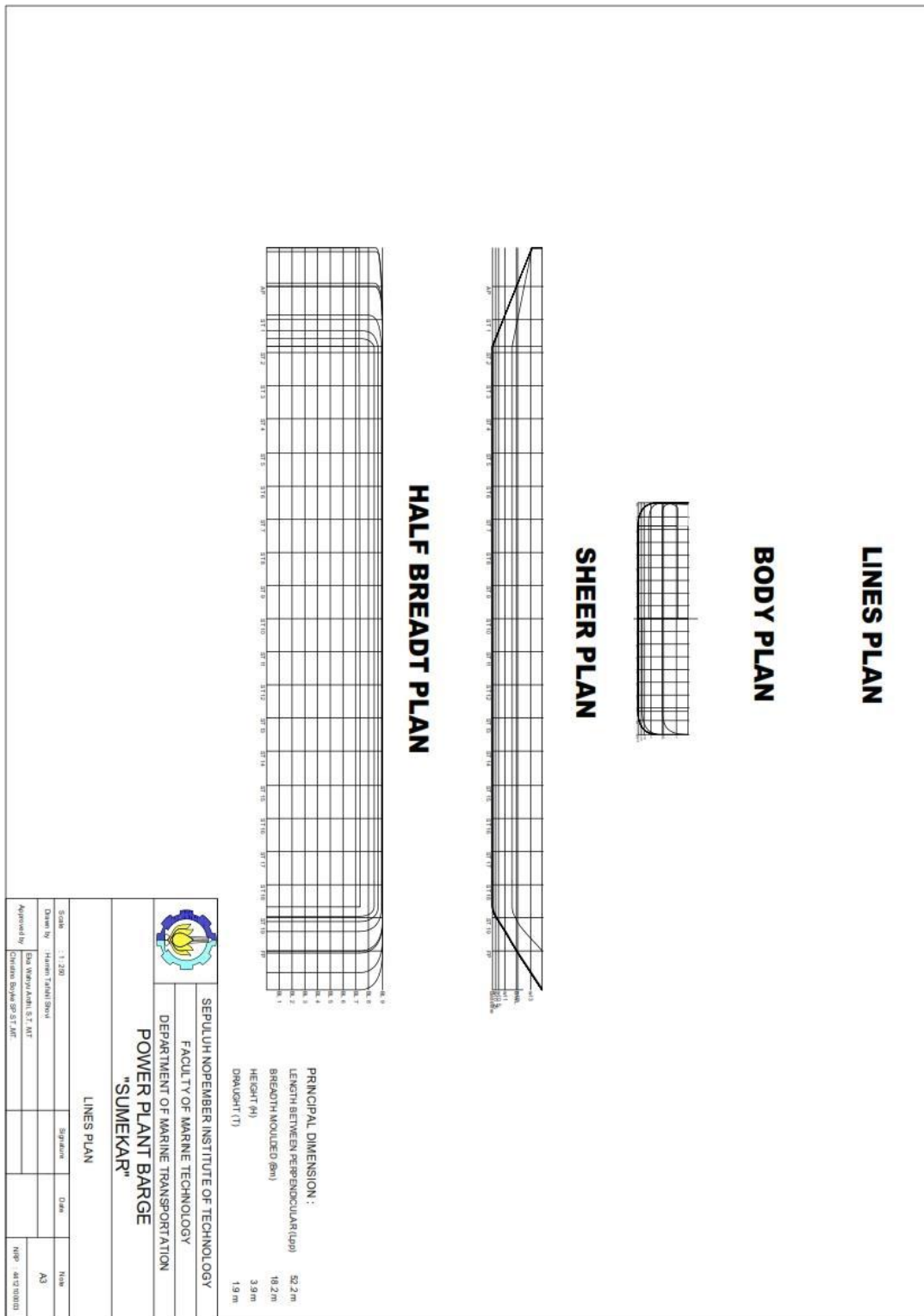
Gambar 5-7 Perhitungan Hidrostatik Maxsurf

Dari data di atas dapat diketahui bahwa ukuran model telah sesuai dengan perhitungan. Dari perhitungan displacement adalah 1628.86 Ton, sedangkan displacement yang diperoleh dari *model maxsurf* adalah 1647.16 Ton. Selisih antara keduanya adalah 18.30 Ton, ini masih

dalam rentang batasan yaitu 1%. Maka secara umum model yang telah dibuat dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya.

Untuk menyimpan rencana garis dari model yang telah dibuat, buka salah satu pandangan dari model, kemudian klik *file > export > DXF and IGES*, atur skala 1:1, kemudian klik *ok* dan *save file* baru tersebut. Cara ini berlaku untuk semua pandangan dari model.

Setelah didapatkan *body plan*, *sheer plan* dan *halfbreadth plan*, langkah selanjutnya adalah menggabung ketiganya dalam satu file *dwg* yang merupakan output dari *software autocad*. Dalam proses penggabungan juga dilakukan sedikit *editing* pada rencana garis yang telah didapat. Berikut merupakan rencana garis dari tongkang yang dirancang.



Gambar 5-8 Rencana Garis

Selanjutnya dilakukan pengerjaan pembuatan desain rencana umum dari *barge* tersebut. Rencana umum dari *barge* ini meliputi peletakan ruangan pada *deck house*, posisi

pelatakan Generator Set, peletakan peralatan-peralatan bantu dan *outfitting* lainnya yang sudah dihitung sebelumnya.

### **5.12. Pembuatan General Arrangement**

Setelah pembuatan rencana garis selesai, langkah selanjutnya adalah membuat Rencana Umum/*General Arrangement*. Rencana umum didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapannya. Pengaturan peletakan yang diatur dalam General arrangement ini antara lain adalah posisi peletakan *Generator set* di atas geladak, pembagian lokasi ruangan kerja pada rumah geladak beserta akses masuk dan keluarnya, peletakan peralatan dan outfitting lainnya.

Rencana umum dibuat berdasarkan rencana garis yang telah dibuat sebelumnya. Dengan *lines plan* secara garis besar bentuk badan kapal (*outline*) akan terlihat sehingga memudahkan dalam merencanakan serta menentukan pembagian ruangan sesuai dengan fungsinya masing-masing. Satu hal yang menjadi pokok dalam penyusunan Rencana Umum adalah faktor ekonomis. Hubungannya adalah bahwa kapal dengan GT atau volume ruangan tertutup pada kapal yang akan menjadi patokan dalam pengenaan pajak pada kapal ketika bersandar di pelabuhan. Kapal dengan ruangan-ruangan besar pada kapal akan menyebabkan GT kapal menjadi besar sehingga pajak yang dikenakan juga besar. GT tersebut dikenakan pada kapal sepanjang umur kapal menjadikan kapal tersebut menjadi tidak efisien dari segi ekonomis. Efisiensi tersebut bisa didapatkan dari penyusunan ruangan yang tepat serta penempatan pintu-pintu yang efektif diantara ruangan-ruangan tersebut.

Penyusunan yang baik juga memperhatikan faktor manusia yang akan tinggal di kapal tersebut. Kebutuhan rohani dan jasmani awak kapal harus bisa terpenuhi. Unsur keindahan dan kenyamanan juga menjadi perhatian dalam membuat Rencana Umum. Faktor konstruksi juga menjadi perhatian dalam pembagian ruangan-ruangan tersebut.

Menurut "*Ship Design and Construction*" (Taggart, 1980), karakteristik rencana umum dibagi menjadi 4 bagian antara lain:

- Penentuan lokasi ruang utama
- Penentuan batas-batas ruangan
- Penentuan dan pemilihan perlengkapan yang tepat
- Penentuan akses (jalan atau lintasan) yang cukup

Langkah pertama dalam menyelesaikan permasalahan rencana umum adalah menempatkan ruangan-ruangan utama beserta batas-batasnya terhadap lambung kapal dan bangunan atas. Adapun ruangan utama dimaksud adalah:

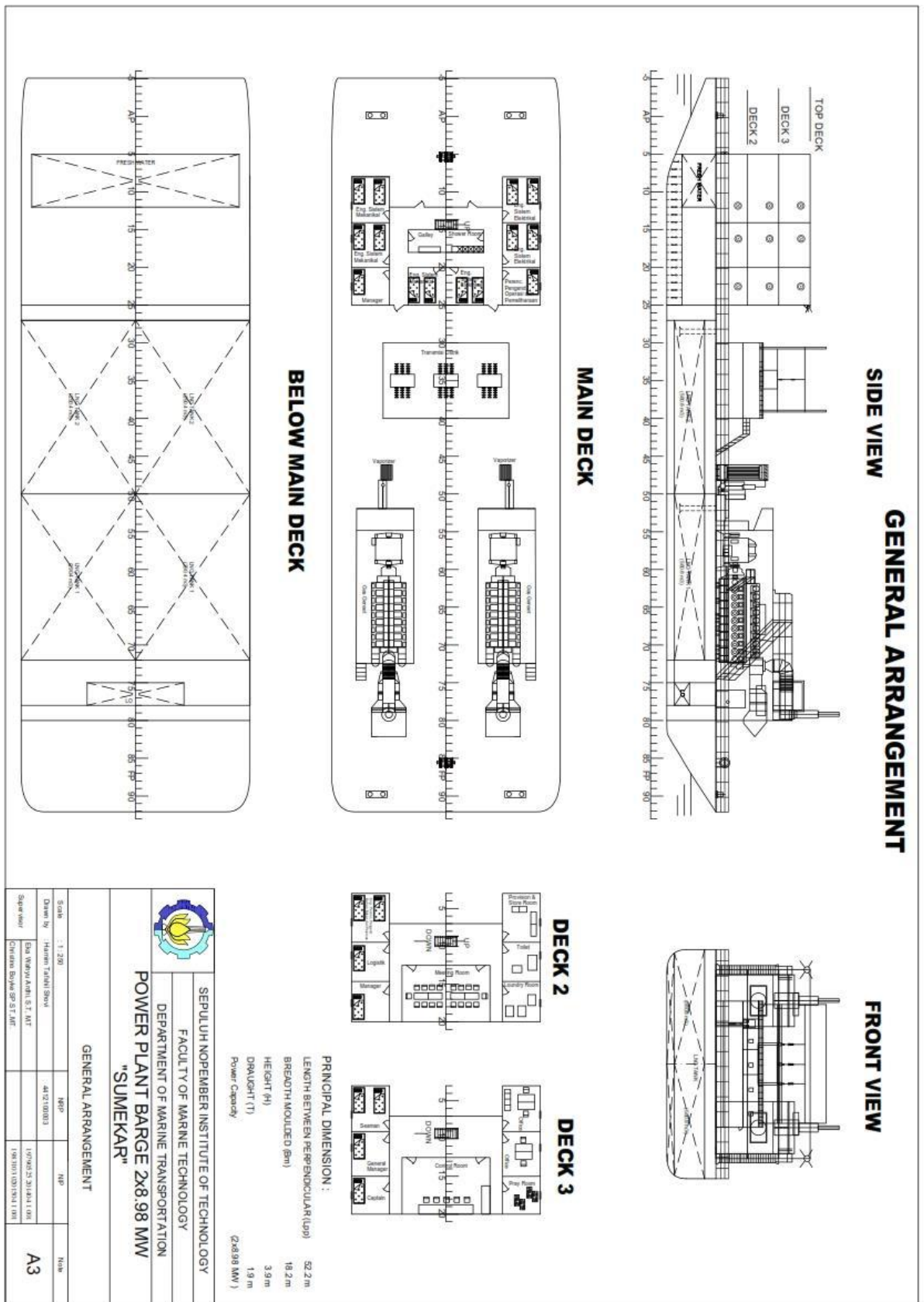
- Geladak tempat *Generator set*
- *Maintenance Area*
- Ruang kerja
- Tangki-tangki (bahan bakar, ballast, air tawar, dan lain-lain)
- Ruang-ruangan lainnya

Pada saat yang bersamaan juga ditentukan kebutuhan lain yang harus diutamakan seperti:

- Sekat kedap masing-masing ruangan
- Stabilitas yang cukup
- Struktur / konstruksi
- Penyediaan akses yang cukup

Berikut ini adalah Rencana Umum dari Pembangkit Listrik Terapung :





Gambar 5-9 Desain Rencana Umum

Penyusunan rencana umum merupakan suatu proses bertahap yang disusun dari percobaan, pengecekan, dan penambahan. Referensinya bisa didapat dari data rencana umum kapal-kapal perbandingan yang memiliki spesifikasi tidak jauh berbeda dengan kapal yang sedang dirancang. Pendekatan penyelesaian permasalahan rencana umum harus didasarkan pada informasi minimum yang meliputi:

- Penentuan peletakan Generator Set pada geladak
- Metode penyimpanan bahan bakar sementara pada tangki di bawah geladak.
- Penentuan volume ruangan untuk kamar mesin berdasarkan jenis dan dimensi mesin.

Penentuan volume ruangan akomodasi berdasarkan jumlah crew, penumpang dan standar akomodasi. Penentuan volume tangki-tangki terutama untuk bahan bakar dan ballast berdasarkan jenis mesin, jenis bahan bakar, dan radius pelayaran.

- Penentuan pembagian dan pembatasan jarak sekat melintang.
- Penentuan dimensi kapal (L, B, H, dan T).
- *Lines plan* yang telah dibuat sebelumnya.

Setelah semua langkah tersebut dipenuhi dan desain kapal sudah jadi maka diperlukan pengecekan kembali atas ukuran - ukuran utama apakah sudah sesuai dengan yang ditentukan atau belum. Hasil Rencana Umum dapat dilihat pada Gambar 5-10 di atas.

### 5.13. Biaya Investasi

Perkiraan dana yang diperlukan untuk merealisasikan pembangkit listrik terapung ini dilakukan dengan mengelompokkan dalam dua bagian yaitu biaya untuk pengadaan kapal beserta system pembangkit yang direncanakan dan biaya operasional. Berikut ini perhitungan biaya pembangunan 4 kapal pembangkit listrik :

Tabel 5-21 Biaya Investasi Kapal 1

Komponen		Biaya Investasi
Biaya Pembangunan Kapal		Rp 7,976,156,746.63
Biaya Tangki LNG	657 m3	Rp 8,134,534,683.55
Biaya Alat Regasifikasi	1 Unit	Rp 505,848,367.00
Biaya Genset	2900 Kw	Rp 34,990,789,375.71
Biaya Instalasi Listrik		
a) Transmisi dan Gardu Induk	54 kms	Rp 63,236,841,928.20
<b>Total</b>		<b>Rp 114,844,171,101.10</b>

Biaya investasi untuk kapal 1 dengan kapasitas daya listrik (2x1.45 MW) sebesar Rp. 114,844,171,101.10.

Tabel 5-22 Biaya Investasi Kapal 2

Komponen			Biaya Investasi
<b>Biaya Pembangunan Kapal</b>			Rp 8,823,126,233.18
<b>Biaya Tanki LNG</b>	657	m <sup>3</sup>	Rp 8,134,534,683.55
<b>Biaya Alat Regasifikasi</b>	1	Unit	Rp 505,848,367.00
<b>Biaya Genset</b>	17960	Kw	Rp 216,701,578,340.60
<b>Biaya Instalasi Listrik</b>			
a) Transmisi dan Gardu Induk	49.9	kms	Rp 58,435,526,152.17
<b>Total</b>			<b>Rp 292,600,613,776.51</b>

Biaya investasi kapal 2 adalah sebesar Rp. 292,600,613,776.51. Kapal 2 merupakan kapal yang memiliki kapasitas daya listrik yang paling besar yaitu (2x8.98).

Tabel 5-23 Biaya Investasi Kapal 3

Komponen			Biaya Investasi
<b>Biaya Pembangunan Kapal</b>			Rp 8,432,077,806.45
<b>Biaya Tanki LNG</b>	657	m <sup>3</sup>	Rp 8,134,534,683.55
<b>Biaya Alat Regasifikasi</b>	1	Unit	Rp 505,848,367.00
<b>Biaya Genset</b>	2180	Kw	Rp 26,303,420,978.98
<b>Biaya Instalasi Listrik</b>			
a) Transmisi dan Gardu Induk	9	kms	Rp 10,539,473,654.70
<b>Total</b>			<b>Rp 53,915,355,490.69</b>

Biaya investasi untuk kapal 3 dengan kapasitas daya listrik (2x1.09MW) sebesar Rp. 53,915,355,490.69.

Tabel 5-24 Biaya Investasi Kapal 4

Komponen			Biaya Investasi
<b>Biaya Pembangunan Kapal</b>			Rp 8,432,077,806.45
<b>Biaya Tanki LNG</b>	657	m <sup>3</sup>	Rp 8,134,534,683.55
<b>Biaya Alat Regasifikasi</b>	1	Unit	Rp 505,848,367.00
<b>Biaya Genset</b>	2180	Kw	Rp 26,303,420,978.98
<b>Biaya Instalasi Listrik</b>			
a) Transmisi dan Gardu Induk	9.8	kms	Rp 11,476,315,757.34
<b>Total</b>			<b>Rp 54,852,197,593.33</b>

Biaya investasi untuk kapal 4 dengan kapasitas daya listrik (2x1.09MW) sebesar Rp. 54,852,197,593.33, yang membedakan antara kapal 3 dan kapal 4 yaitu pada biaya investasi

instalasi listriknya. Sehingga total biaya investasi dari 4 kapal pembangkit listrik terapung yaitu sebesar Rp. 516,212,337,961.

#### 5.14. Biaya Operasional

Biaya operasional kapal adalah biaya yang dikeluarkan kapal pembangkit listrik terapung selama pengoperasian kegiatan pelayanan listrik, yang dikelompokkan atas komponen biaya-biaya seperti yang ada pada tabel berikut ini :

Tabel 5-25 Perhitungan Biaya Operasional Kapal 1

Biaya Operasional			
Gaji Crew	=	Rp 1,850,400,000.00	/Tahun
Jumlah Crew	=	22	
Repair & Maintenance	=	5% dari biaya kapal	
	=	Rp 398,807,837.33	
Asuransi Kapal	=	1,5% dari biaya kapal	
	=	Rp 119,642,351	
Supplies Crew	=	Rp 50,000.00	/orang/hari
	=	Rp 363,000,000.00	/orang/tahun
Harga Fresh Water	=	Rp 12,545,280	liter /tahun
Dokumen & Administrasi	=	Rp 500,000.00	/hari
	=	Rp 165,000,000.00	/Tahun
Biaya Bahan Bakar	=	Rp 3,883,305,645.52	/Tahun
Regasifikasi	=	Rp 388,330,564.55	/Tahun
Suplai LNG	=	Rp 3,663,807,848.98	/Tahun
<b>Total Operasional Cost</b>	=	<b>Rp 10,844,839,527.59</b>	<b>/Tahun</b>

Dari tabel diatas didapatkan total biaya operasional dari kapal 1 sebesar Rp. 10,844,839,527.59. Komponen biaya operasional yang paling besar didapat dari biaya bahan bakar pembangkit listrik yaitu sebesar Rp. 3,883,305,645.52.

Tabel 5-26 Perhitungan Biaya Depresiasi Kapal 1

Komponen			Biaya Investasi	Umur Ekonomis (tahun)	Biaya Depresiasi (Rp/Tahun)
Biaya Pembangunan Kapal			Rp 7,976,156,746.63	20	Rp 398,807,837.33
Biaya Tanki LNG	657	m3	Rp 8,134,534,683.55	20	Rp 406,726,734.18
Biaya Alat Regasifikasi	1	Unit	Rp 505,848,367.00	20	Rp 25,292,418.35
Biaya Genset	2900	Kw	Rp 34,990,789,375.71	20	Rp 1,749,539,468.79
Biaya Instalasi Listrik					
a) Transmisi dan Gardu Induk	54	kms	Rp 63,236,841,928.20	30	Rp 2,107,894,730.94
<b>Total</b>			<b>Rp 114,844,171,101.10</b>		<b>Rp 4,688,261,189.58</b>

Tabel diatas merupakan hasil dari biaya depresiasi kapal 1 yaitu sebesar Rp. 4,688,261,189.58/tahun. Total biaya depresiasi didapatkan dari biaya masing-masing investasi

dibagi dengan umur ekonomisnya. Biaya depresiasi ini digunakan untuk mengetahui total biaya yang dikeluarkan kapal 1 tiap tahunnya. Sehingga didapatkan total biaya kapal 1 seperti berikut ini :

Tabel 5-27 Hasil Perhitungan Total Biaya Kapal 1

<b>Total Biaya Kapal 1</b>	=	<b>Rp 15,533,100,717.17 /Tahun</b>
----------------------------	---	------------------------------------

Total biaya diatas didapatkan dari total biaya depresiasi kapal 1 ditambah dengan total biaya operasional sehingga didapatkan total biaya pengeluaran kapal 1 sebesar Rp. 15,533,100,717.17/tahun.

Tabel 5-28 Perhitungan Biaya Operasional Kapal 2

<b>Biaya Operasional</b>			
<b>Gaji Crew</b>	=	Rp 1,850,400,000.00	/Tahun
Jumlah Crew	=	22	
<b>Repair &amp; Maintenance</b>	=	5% dari biaya kapal	
	=	Rp 480,860,379.71	
<b>Asuransi Kapal</b>	=	1,5% dari biaya kapal	
	=	Rp 144,258,114	
<b>Supplies Crew</b>	=	Rp 50,000.00	/orang/hari
	=	Rp 363,000,000.00	/orang/tahun
<b>Harga Fresh Water</b>	=	Rp 12,545,280	liter /tahun
<b>Dokumen &amp; Administrasi</b>	=	Rp 500,000.00	/hari
	=	Rp 165,000,000.00	/Tahun
<b>Biaya Bahan Bakar</b>	=	Rp 20,981,904,779.16	/Tahun
<b>Regasifikasi</b>	=	Rp 2,098,190,477.92	/Tahun
<b>Suplai LNG</b>	=	Rp 5,240,296,240.55	/Tahun
<b>Total Operasional Cost</b>	=	<b>Rp 31,336,455,271.24</b>	<b>/Tahun</b>

Tabel diatas merupakan hasil total biaya operasional dari kapal 2 sebesar Rp. 31,336,455,271.24/tahun. Komponen biaya operasional yang paling besar didapat dari biaya bahan bakar pembangkit listrik yaitu sebesar Rp. 20,981,904,779.16.

Tabel 5-29 Perhitungan Biaya Depresiasi Kapal 2

Komponen		Biaya Investasi	Umur Ekonomis (tahun)	Biaya Depresiasi (Rp/Tahun)
Biaya Pembangunan Kapal		Rp 8,823,126,233.18	20	Rp 441,156,311.66
Biaya Tanki LNG	657 m3	Rp 8,134,534,683.55	20	Rp 406,726,734.18
Biaya Alat Regasifikasi	1 Unit	Rp 505,848,367.00	20	Rp 25,292,418.35
Biaya Genset	17960 Kw	Rp 216,701,578,340.60	20	Rp 10,835,078,917.03
Biaya Instalasi Listrik				
a) Transmisi dan Gardu Induk	49.9 kms	Rp 58,435,526,152.17	30	Rp 1,947,850,871.74
<b>Total</b>		<b>Rp 292,600,613,776.51</b>		<b>Rp 13,656,105,252.96</b>

Tabel diatas merupakan hasil dari biaya depresiasi kapal 2 yaitu sebesar Rp. 13,656,105,2252.96 /tahun. Total biaya depresiasi didapatkan dari biaya masing-masing investasi dibagi dengan umur ekonomis. Biaya depresiasi ini digunakan untuk mengetahui total biaya yang dikeluarkan kapal 2 tiap tahunnya. Sehingga didapatkan total biaya kapal 2 seperti berikut ini :

Tabel 5-30 Hasil Perhitungan Total Biaya Kapal 2

<b>Total Biaya Kapal 2</b>	=	<b>Rp 44,992,560,524.20 /Tahun</b>
----------------------------	---	------------------------------------

Total biaya diatas didapatkan dari total biaya depresiasi kapal 2 ditambah dengan total biaya operasional sehingga didapatkan total biaya pengeluaran kapal 2 sebesar Rp. 44,992,560,524.20 /tahun.

Tabel 5-31 Perhitungan Biaya Operasional Kapal 3

<b>Biaya Operasional</b>			
<b>Gaji Crew</b>	=	Rp 1,850,400,000.00	/Tahun
Jumlah Crew	=	22	
<b>Repair &amp; Maintenance</b>	=	5% dari harga kapal	
	=	Rp 459,548,240.45	
<b>Asuransi Kapal</b>	=	1,5% dari biaya kapal	
	=	Rp 137,864,472	
<b>Supplies Crew</b>	=	Rp 50,000.00	/orang/hari
	=	Rp 363,000,000.00	/orang/tahun
<b>Harga Fresh Water</b>	=	Rp 12,545,280	liter /tahun
<b>Dokumen &amp; Administrasi</b>	=	Rp 500,000.00	/hari
	=	Rp 165,000,000.00	/Tahun
<b>Biaya Bahan Bakar</b>	=	Rp 309,074,232.60	/Tahun
<b>Regasifikasi</b>	=	Rp 30,907,423.26	/Tahun
<b>Suplai LNG</b>	=	Rp 3,563,860,170.57	/Tahun
<b>Total Operasional Cost</b>	=	<b>Rp 6,892,199,819.02</b>	<b>/Tahun</b>

Tabel diatas merupakan hasil total biaya operasional dari kapal 3 sebesar Rp. 6,892,199,819.02 /tahun.

Tabel 5-32 Perhitungan Biaya Depresiasi Kapal 3

Komponen		Biaya Investasi	Umur Ekonomis (tahun)	Biaya Depresiasi (Rp/Tahun)
Biaya Pembangunan Kapal		Rp 8,432,077,806.45	20	Rp 421,603,890.32
Biaya Tanki LNG	657 m3	Rp 8,134,534,683.55	20	Rp 406,726,734.18
Biaya Alat Regasifikasi	1 Unit	Rp 505,848,367.00	20	Rp 25,292,418.35
Biaya Genset	2180 Kw	Rp 26,303,420,978.98	20	Rp 1,315,171,048.95
Biaya Instalasi Listrik				
a) Transmisi dan Gardu Induk	9 kms	Rp 10,539,473,654.70	30	Rp 351,315,788.49
<b>Total</b>		<b>Rp 53,915,355,490.69</b>		<b>Rp 2,520,109,880.29</b>

Tabel diatas merupakan hasil dari biaya depresiasi kapal 3 yaitu sebesar Rp. 2,520,109,880.29 /tahun. Total biaya depresiasi didapatkan dari biaya masing-masing investasi dibagi dengan umur ekonomis. Biaya depresiasi ini digunakan untuk mengetahui total biaya yang dikeluarkan kapal 3 tiap tahunnya. Sehingga didapatkan total biaya kapal 3 seperti berikut ini :

Tabel 5-33 Hasil Perhitungan Total Biaya Kapal 3

<b>Total Biaya Kapal 3</b>	=	<b>Rp 9,412,309,699.31 /Tahun</b>
----------------------------	---	-----------------------------------

Total biaya diatas didapatkan dari total biaya depresiasi kapal 3 ditambah dengan total biaya operasional sehingga didapatkan total biaya pengeluaran kapal 3 sebesar Rp. 9,412,309,699.31 /tahun.

Tabel 5-34 Perhitungan Biaya Operasional Kapal 4

<b>Biaya Operasional</b>			
<b>Gaji Crew</b>	=	Rp 1,850,400,000.00	/Tahun
Jumlah Crew	=	22	
<b>Repair &amp; Maintenance</b>	=	5% dari harga kapal	
	=	Rp 459,548,240.45	
<b>Asuransi Kapal</b>	=	1,5% dari harga kapal	
	=	Rp 137,864,472	
<b>Supplies Crew</b>	=	Rp 50,000.00	/orang/hari
	=	Rp 363,000,000.00	/orang/tahun
<b>Harga Fresh Water</b>	=	Rp 12,545,280	liter /tahun
<b>Dokumen &amp; Administrasi</b>	=	Rp 500,000.00	/hari
	=	Rp 165,000,000.00	/Tahun
<b>Biaya Bahan Bakar</b>	=	Rp 309,074,232.60	/Tahun
<b>Regasifikasi</b>	=	Rp 30,907,423.26	/Tahun
<b>Suplai LNG</b>	=	Rp 3,563,860,170.57	/Tahun
<b>Total Opersional Cost</b>	=	<b>Rp 6,892,199,819.02</b>	<b>/Tahun</b>

Tabel diatas merupakan hasil total biaya operasional dari kapal 4 sebesar Rp. 6,892,199,819.02 /tahun.

Tabel 5-35 Perhitungan Biaya Depresiasi Kapal 4

Komponen			Biaya Investasi	Umur Ekonomis (tahun)	Biaya Depresiasi (Rp/Tahun)
Biaya Pembangunan Kapal			Rp 8,432,077,806.45	20	Rp 421,603,890.32
Biaya Tanki LNG	657	m3	Rp 8,134,534,683.55	20	Rp 406,726,734.18
Biaya Alat Regasifikasi	1	Unit	Rp 505,848,367.00	20	Rp 25,292,418.35
Biaya Genset	2180	Kw	Rp 26,303,420,978.98	20	Rp 1,315,171,048.95
Biaya Instalasi Listrik					
a) Transmisi dan Gardu Induk	9.8	kms	Rp 11,476,315,757.34	30	Rp 382,543,858.58
<b>Total</b>			<b>Rp 54,852,197,593.33</b>		<b>Rp 2,551,337,950.38</b>

Tabel diatas merupakan hasil dari biaya depresiasi kapal 4 yaitu sebesar Rp. 2,551,337,950.38 /tahun. Total biaya depresiasi didapatkan dari biaya masing-masing investasi dibagi dengan umur ekonomis. Biaya depresiasi ini digunakan untuk mengetahui total biaya yang dikeluarkan kapal 4 tiap tahunnya. Sehingga didapatkan total biaya kapal 4 seperti berikut ini :

Tabel 5-36 Hasil Perhitungan Total Biaya Kapal 4

<b>Total Biaya Kapal 4</b>	=	<b>Rp 9,443,537,769.40 /Tahun</b>
----------------------------	---	-----------------------------------

Total biaya diatas didapatkan dari total biaya depresiasi kapal 3 ditambah dengan total biaya operasional sehingga didapatkan total biaya pengeluaran kapal 3 sebesar Rp. 9,443,537,769.40 /tahun.

Tabel 5-37 Total Biaya 4 Kapal Pembangkit Listrik

No	Daftar Pulau	Kebutuhan Listrik (MW/tahun)	Kebutuhan LNG (ton/tahun)	Nama Kapal	Kapasitas Daya Kapal (MW)	Total Biaya Power Barge (/tahun)
1	P. Sapudi	446	3,547	Kapal 1	1.45	Rp 15,533,100,717.17
2	P. Raas	2,393	19,166	Kapal 2	8.98	Rp 44,992,560,524.20
3	P. Tonduk	313	2,936	Kapal 3	1.09	Rp 9,412,309,699.31
4	P. Guwa-Guwa	297	2,936	Kapal 4	1.09	Rp 9,443,537,769.40
<b>Total LNG Terangkut</b>			<b>28,585</b>	<b>Total Biaya</b>		<b>Rp 79,381,508,710.07</b>

Didapatkan total biaya untuk empat kapal pembangkit listrik selama satu tahun sebesar Rp. 79,381,508,710.07.

### 5.15. Produksi Biaya Listrik PerKwh

BPP ( Biaya Pokok Penyediaan ) adalah total biaya untuk penyediaan tenaga listrik (Rp/Kwh) .Untuk menentukan biaya listrik perkwh bisa dengan menjumlahkan total biaya kapal pembangkit dan total biaya dari suplai LNG dan dibagi total muatan yang terangkut



sehingga didapat unit cost Rp/ton. Setelah itu unit cost dibagi dengan produksi LNG 1 ton yang bisa menghasilkan 3,163.64 KWh. Maka didapat BPP dari masing-masing kapal. Seperti tabel berikut ini :

Tabel 5-38 Biaya Produksi Kapal perKwh

No	Daftar Pulau	Kebutuhan Listrik (MW/tahun)	Kebutuhan LNG (ton/tahun)	Nama Kapal	Kapasitas Daya Kapal (MW)	Total Biaya Power Barge (tahun)	Biaya Unit (Rp/ton)	Biaya Unit (Rp/Kwh)
1	P. Sapudi	446	3,547	Kapal 1	1.45	Rp15,533,100,717.17	Rp 4,379,222.08	Rp 1,384.24
2	P. Raas	2,393	19,166	Kapal 2	8.98	Rp44,992,560,524.20	Rp 2,347,519.59	Rp 742.03
3	P. Tonduk	313	2,936	Kapal 3	1.09	Rp 9,412,309,699.31	Rp 3,205,827.55	Rp 1,013.34
4	P. Guwa-Guwa	297	2,936	Kapal 4	1.09	Rp 9,443,537,769.40	Rp 3,216,463.82	Rp 1,016.70
<b>Total LNG Terangkut</b>			<b>28,585</b>	<b>Total Biaya</b>		<b>Rp79,381,508,710.07</b>	<b>Rp 2,777,033.71</b>	<b>Rp 877.80</b>

\*1 ton LNG mampu memproduksi listrik sebesar

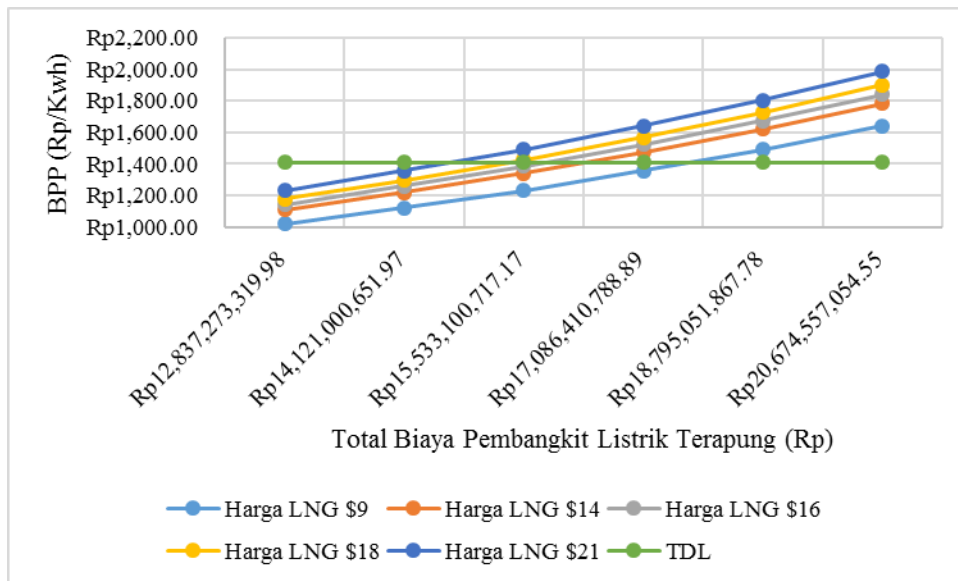
3,163.64 Kwh

Dari tabel diatas didapatkan BPP dari setiap kapal yaitu kapal 1 dengan total biaya Rp. 15,533,100,717.17 dengan BPP sebesar Rp 1,384 /Kwh. Kapal 2 dengan total biaya Rp. 44,992,560,524.20 dengan BPP sebesar Rp 742.03 /Kwh. Kapal 3 dengan total biaya Rp. 9,412,309,699.31 dengan BPP sebesar Rp 1,013.34 /Kwh. Kapal 4 dengan total biaya Rp. 9,443,537,769.40 dengan BPP sebesar Rp 1,016.70 /Kwh.

### 5.16. Analisis Sensitivitas

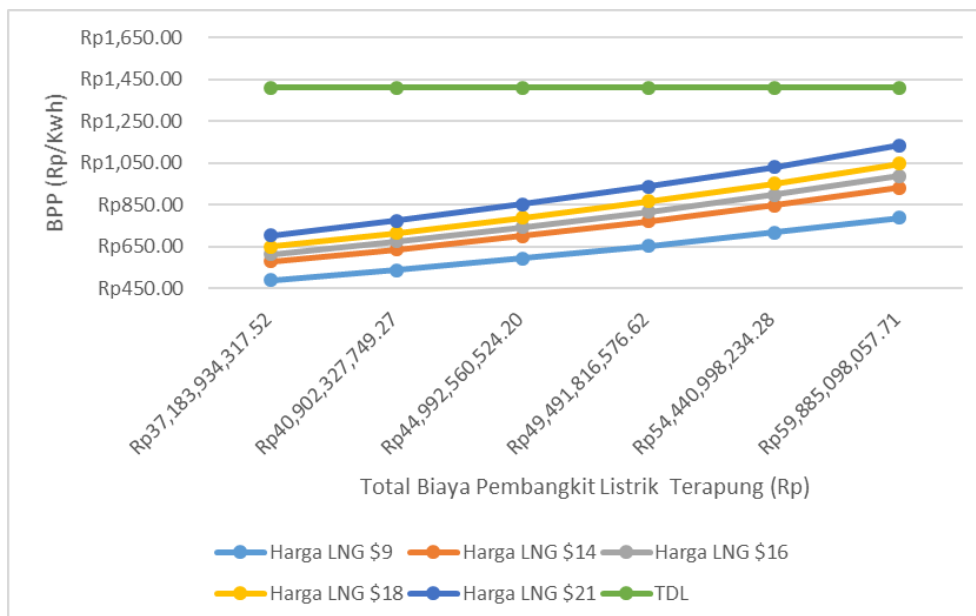
Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui bagaimana jika asumsi-asumsi yang digunakan dalam perhitungan ini berubah dan bagaimana pengaruhnya terhadap kondisi kelayakan. Analisis ini menjadi bagian penting bagi pengambil keputusan untuk mengetahui tingkat sensitivitas dari keputusan yang akan diambil dan bagaimana perubahan yang akan terjadi apabila variabel penting berubah.

Melihat dari beberapa alternatif yang dibuat, maka pada penelitian ini, akan dilakukan analisis sensitivitas kelayakan Biaya Pokok Penyediaan (BPP) terhadap Tarif Dasar Listrik (TDL) dimana nilai TDL sebesar Rp. 1,409.16. Dengan mengubah variabel yaitu harga LNG dan menambah 10 % dan mengurangi 10 % dari total biaya masing-masing kapal pembangkit listrik terapung. Berikut ini hasil dari perhitungan sensitivitas masing-masing kapal :



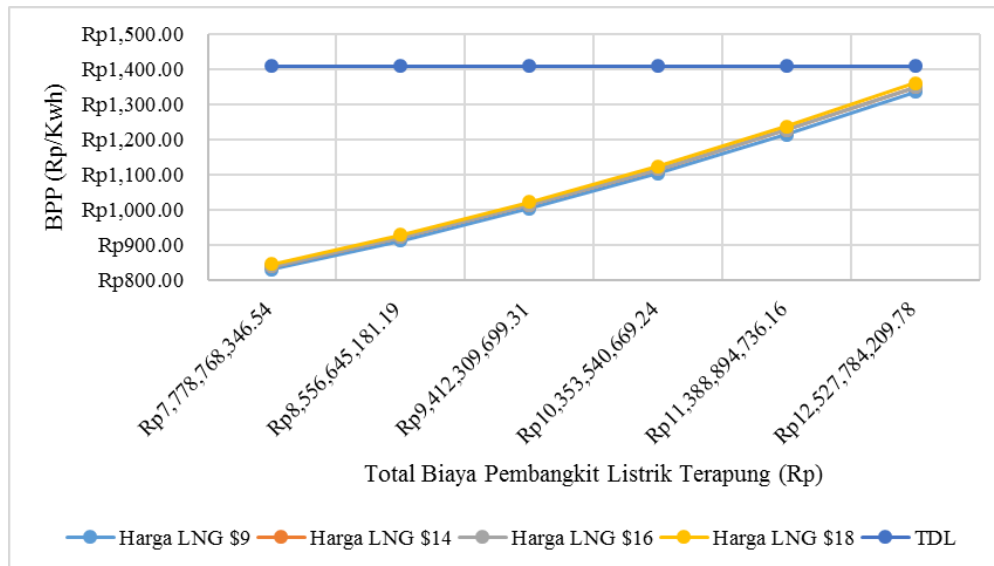
Gambar 5-10 Grafik Analisis Sensitivitas Kapal 1

Grafik diatas menunjukkan bahwa kapal 1 dengan total biaya Rp. 15,533,100,717.17 dengan harga LNG \$16/MMBTU masih layak, karena nilai BPP lebih kecil dari pada nilai TDL. Tetapi ketika harga LNG sebesar \$ 18/MMBTU dan \$ 21/MMBTU maka kapal 1 tidak layak, karena nilai BPP diatas Tarif Dasar Listrik (TDL). Ketika total biaya adalah Rp. 14,121,000,651.97 dan harga LNG \$18/MMBTU dan \$21/MMBTU maka kapal 1 masih layak karena BPP lebih kecil dari TDL.



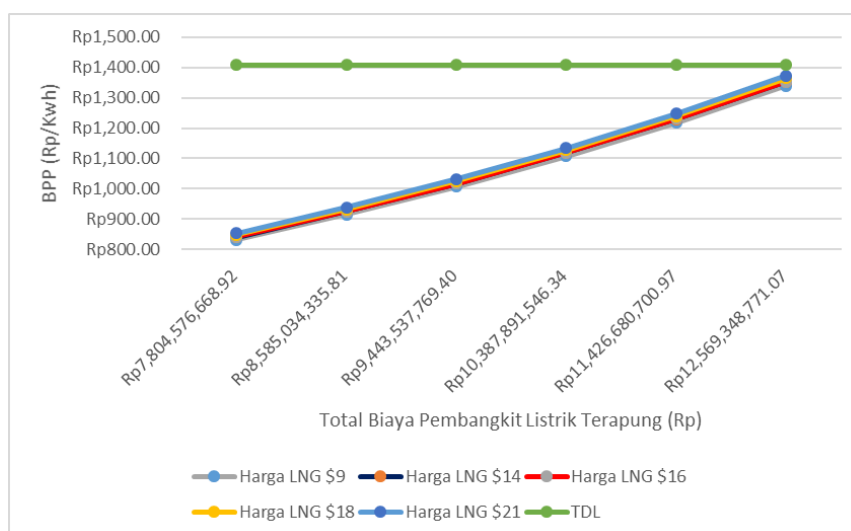
Gambar 5-11 Grafik Analisis Sensitivitas Kapal 2

Grafik diatas menunjukkan bahwa kapal 2 dengan total biaya Rp. 44,992,560,524.20 dengan harga LNG \$16/MMBTU masih layak, karena nilai BPP lebih kecil dari pada nilai TDL. Ketika harga LNG sebesar \$ 18/MMBTU dan \$ 21/MMBTU maka kapal 2 masih layak, karena nilai BPP dibawah Tari Dasar Listrik (TDL).



Gambar 5-12 Grafik Analisis Sensitivitas Kapal 3

Grafik diatas menunjukkan bahwa kapal 3 dengan total biaya Rp. 9,412,309,699.31 dengan harga LNG \$16/MMBTU masih layak, karena nilai BPP lebih kecil dari pada nilai TDL. Ketika harga LNG sebesar \$ 18 /MMBTU dan \$ 21/MMBTU maka kapal 3 masih layak, karena nilai BPP dibawah Tari Dasar Listrik (TDL).



Gambar 5-13 Grafik Analisis Sensitivitas Kapal 4

Grafik diatas menunjukkan bahwa kapal 2 dengan total biaya Rp. 9,443,537,769.40 dengan harga LNG \$16/MMBTU masih layak, karena nilai BPP lebih kecil dari pada nilai TDL. Ketika harga LNG sebesar \$ 18/MMBTU dan \$ 21/MMBTU maka kapal 2 masih layak, karena nilai BPP dibawah Tarif Dasar Listrik (TDL).

## **LAMPIRAN**

## 1. Perhitungan Berat Baja Kapal 1

Main Dimention					
L =	48,73	m	T =	2,4	m
B =	8	m	CB =	0,755	
H =	3	m	Displacement =	724,05	

Volume Deckhouse	Volume Superstructure
<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>Volume Boat</b>            panjang (LD2) = 15%.L                              = 7,310 m            lebar (BD2) = B - 2m                              = 5,600 m            tinggi (hD2) = asumsi 2,5 m                              = 2,5 m            VDH.layer II = LD2.BD2.hD2                              = 102,33 m<sup>3</sup> </li> <li> <b>Volume Navigation</b>            panjang (LD4) = 7,5%.L                              = 3,65 m            lebar (BD4) = B - 6m                              = 2,0 m            tinggi (hD4) = asumsi 2,5 m                              = 2,5 m            VDH.layer IV = LD4.BD4.hD4                              = 18,274 m<sup>3</sup> </li> <li> <b>Volume Layer :</b>            V Layer II = 102,333 m<sup>3</sup>            V Layer III = 48,730 m<sup>3</sup>            V Layer IV = 18,274 m<sup>3</sup>            V Wheelhouse = 12,183 m<sup>3</sup>            V Total (deckhouse) = 181,519 m<sup>3</sup>            h camber = 0,160 m            C3 = 0,541         </li> <li> <b>Steel Weight :</b>  <i>( Ship Design for Efficiency &amp; Economy - SCHNEEKLUTH ; page 154-156 )</i>            dengan            Cso = 0,08 t/m<sup>3</sup>            Δ = 724,05 ton            u = 0,860 · (0.5*u+0.1*u2.45) = -0,49894552            Cs = 0,119            DA = 4,341            V superstructure = 341,110 m<sup>3</sup>            V deckhouse = 181,519 m<sup>3</sup>            Cbd = 0,773            C1 = 0,110            Vu = Vd + Vs + Vb + V1            V deck = 904,478 m<sup>3</sup>            V sheer = 0 ( asumsi kapal w/o sheer )            V camber = 33,767 m<sup>3</sup>            V hatchway = 23,424 m<sup>3</sup>            Vu = 961,669 m<sup>3</sup> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>Volume Forecastle</b>            panjang (LF) = 10%.L                              = 7,310 m            lebar (BF) = selebar kapal                              = 8,000 m            tinggi (hF) = asumsi 2,5 m                              = 2,5 m            VForecastle = 0,5.LF.BF.HF                              = 146,190 m<sup>3</sup> </li> <li> <b>Volume wheel house</b>            panjang (LWH) = 5%.L                              = 2,437 m            lebar (BWH) = B - 6m                              = 2,000 m            tinggi (hWH) = asumsi 2,5 m                              = 2,5 m            VDH.wheel house = LWH.BWH.hWH                              = 12,183 m<sup>3</sup> </li> </ul>
W st = L . B . DA . Cs ( including superstructure + deckhouse ) <b>W steel = 201,13 ton</b>	

<p><b>• Volume Bridge</b></p> <p>panjang (LD3) = 10%.L  = 4,873 m</p> <p>lebar (BD3) = B - 4m  = 4,000 m</p> <p>tinggi (hD3) = asumsi 2,5 m  = 2,5 m</p> <p>VDH.layer III = LD3.BD3.hD3  = 48,730 m<sup>3</sup></p>	<p><b>• Volume Poop</b></p> <p>panjang (Lp) = 20%.L  = 9,746 m</p> <p>lebar (Bp) = selebar kapal  = 8,000 m</p> <p>tinggi (hp) = asumsi 2,5 m  = 2,5 m</p> <p>VPOop = Lp.Bp.hp  = 194,92 m<sup>3</sup></p>
<p><b>• Volume Deck House</b></p> <p>VDH = VDH.layer II + VDH.layer  III + VDH.layer IV  VDH.Wheel House  = 181,5 m<sup>3</sup></p>	<p><b>• Volume Total</b></p> <p>VA = VForecastle + VPOop  = 341,11 m<sup>3</sup></p>

<b>Equipment &amp; Outfitting</b>			
<b>• Group I ( Accommodation )</b>			
<i>( Ship Design for Efficiency &amp; Economy - SCHNEEKLUTH ; page 171-172 )</i>			
Wa = Ca.Acommodation Vol			
	Ca =	60 kg/m <sup>3</sup>	
Wsuperstructure = 20467	Vol Superstructure =	341,110 m <sup>3</sup>	
Wlayer II = 6140	Vol Layer II =	102,333 m <sup>3</sup>	
Wlayer III = 2924	Vol Layer III =	48,730 m <sup>3</sup>	
Wlayer IV = 1096	Vol Layer IV =	18,274 m <sup>3</sup>	
Wwheelhouse = 730,95	Vol Wheelhouse =	12,183 m <sup>3</sup>	
Wa =	<b>31,357755 ton</b>		
<b>• Group II ( Miscellaneous )</b>			
<i>( Ship Design for Efficiency &amp; Economy - SCHNEEKLUTH ; page 172 )</i>			
	C =	0,18 ton/m <sup>2</sup>	
	(0.18 ton/m <sup>2</sup> < C < 0.26 ton/m <sup>2</sup> )		
Wm = (LBD)2/3.C =	<b>19,9807111 ton</b>		
<b>W<sub>E&amp;O</sub> = 51,338 ton</b>			

**MACHINERY****DATA OF MAIN ENGINE**

Main Engine = Merk  
 Type  
 Max Power = 442 kW  
 = 600 HP  
 Revolution (n) = 110 rpm  
 Weight = 7 ton

Dimension : Lenght = 2.465 mm  
 Height = 2.223 mm  
 Width = 2.037 mm

**DATA OF AUXILIARY ENGINE**

Auxiliary Engine = CATERPILLAR  
 C9  
 Max Power = 130 kW  
 = 164 HP  
 Weight = 7,1 ton

Dimension : Lenght = 4.276 mm  
 Height = 1.800 mm  
 Width = 1.671 mm

**• Main Engine**

$W_{ME} = 7,488$  ton

**• Auxiliary Engine**

$W_{AE} = 14,262$  ton

$W_{AE}/Unit = 7,131$  ton

**• Shafting**

( Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 175 )

$W_s = l_p \cdot 0.081(PD/n)^{2/3}$  ( asumsi material memiliki tensile strength 700N/mm<sup>2</sup> )

**3,48** ton

$d_s = 0,308$  m

n (rpm) = 110

$l_p = 6$  ( asumsi panjang shaft 6 meter )

**• Gearbox**

$W_{gr} = 0.37(PB/n)$

n = 110 (asumsi rpm propeller)

**7,37** ton

**• Propeller**

( Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 175 )

$W_p = D^3 \cdot K$

( asumsi material berbahan 'manganese bronze' )

**0,862** ton

z = 4 ( asumsi menggunakan 4 daun )

D = 2,550

$AE/A_0 = 0,4$  ( PNA vol II ; page 166 )

K = 0,052

**• Other Weight**

( Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 177 )

$M = (0.04 \sim 0.07)P$

C = 0,15

**88** ton

P = 442 kW

W<sub>other</sub> = M.C

**13** ton

**W machinery = 39,244 ton**

**LWT TOTAL**

MACHINERY WEIGHT = 39,244 ton  
 EQUIPMENT AND OUTFIT WEIGHT = 51,338 ton  
 STEEL WEIGHT = 201,127 ton

**LWT TOTAL = 291,709 ton**



Perhitungan Biaya Kapital & Operasional Kapal			
KAPAL LNG 750 DWT			
Umur Ekonomis kapal	=		20 tahun
W Steel	=		201,127 Ton
WE&O	=		51,338 Ton
W Machinery	=		39 Ton
Harga Baja	=	\$	1.200,00 /ton
Kurs Rupiah	=		IDR 13.157,89 /USD

Perhitungan Biaya Kapital			
<b>Structural Cost</b>			
P ST	=	W Steel · Harga Baja	
	=	\$	241.352,43
<b>Outfit Cost</b>			
P E&O	=	W E&O · C E&O	
	=	\$	61.606,16
<b>Machinery Cost</b>			
PME	=	W ME · C ME	
	=	\$	47.092,53
<b>Non-weight Cost</b>			
CNW	=	200%	
PNW	=	CNW · (PST + PE&O + PME)	
	=	\$	700.102,24
<b>Biaya</b>	=	PST + PE&O + PME + PNW	
	=	\$	1.050.153,35
<b>Perhitungan Harga</b>			
1. Keuntungan	=	5% · Biaya	
	=	\$	52.507,67
2. Inflasi	=	2% · Biaya	
	=	\$	21.003,07
3. Pajak	=	9% · Biaya	
	=	\$	94.513,80
Harga Kapal	=	Biaya + Keuntungan + Inflasi + Pajak	
	=	\$	1.218.177,89
	=	Rp	16.028.656.399

Gaji Crew	=	Rp	1,680,000,000.00	/Bulan
Jumlah Crew	=		20	Orang
Gaji Per Crew	=	Rp	7,000,000.00	/Bulan /Orang
<b>Repair &amp; Maintenance</b>	=		3% dari harga kapal	
	=	Rp	480,859,692	
<b>Asuransi Kapal</b>	=		1,5% dari harga kapal	
	=	Rp	240,429,846	
<b>Supplies Crew</b>	=	Rp	50,000.00	/orang/hari
	=	Rp	12,000,000.00	
<b>Fresh Water</b>	=	Rp	28,800,000.00	
	=		0.20	ton/(person.day)
w Fresh Water	=		48	ton
ρ Fresh Water	=		1	ton/m3
V Fresh Water	=		48	m3
	=		48,000	liter
Harga Fresh Water	=	Rp	600	per liter
<b>Dokumen &amp; Administrasi</b>	=	Rp	3,000,000.00	/trip
	=	Rp	36,000,000.00	/Tahun
<b>Total Operasional Cost</b>	=	Rp	<b>2,478,089,537.94</b>	<b>/Tahun</b>
<b>TCH</b>	=	Rp	<b>3,279,522,357.88</b>	<b>/ Tahun</b>
	=	Rp	<b>9,937,946.54</b>	<b>/ Hari</b>

## 2. Perhitungan Berat Baja Kapal 2

Main Dimention			
L =	66,29 m	T =	2,88 m
B =	10,36 m	CB =	0,755
H =	3,65 m	Displacement =	1530,63

Hull	
<b>Volume Deckhouse</b>	<b>Volume Superstructure</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>Volume Boat</b>            panjang (LD2) = 15%.L                              = 9,944 m            lebar (BD2) = B - 2m                              = 7,960 m            tinggi (hD2) = asumsi 2,5 m                              = 2,5 m            VDH.layer II = LD2.BD2.hD2                              = 197,88 m<sup>3</sup> </li> <li> <b>Volume Navigation</b>            panjang (LD4) = 7,5%.L                              = 4,972 m            lebar (BD4) = B - 6m                              = 4,360 m            tinggi (hD4) = asumsi 2,5 m                              = 2,5 m            VDH.layer IV = LD4.BD4.hD4                              = 54,192 m<sup>3</sup> </li> <li> <b>Volume Layer :</b>            V Layer II = 197,876 m<sup>3</sup>            V Layer III = 105,401 m<sup>3</sup>            V Layer IV = 54,192 m<sup>3</sup>            V Wheelhouse = 19,556 m<sup>3</sup>            V Total (deckhouse) = 377,024 m<sup>3</sup>            h camber = 0,207 m            C3 = 0,542 (<i>Ship Design for Efficiency &amp; Economy - SC</i>)         </li> <li> <b>Steel Weight :</b>            (<i>Ship Design for Efficiency &amp; Economy - SCHNEEKLUTH ; page 154-156</i>)            dengan            Cso = 0,08 t/m<sup>3</sup>            Δ = 1530,63 ton            u = 1,185 -(0.5*u+0.1*u2.45) = -0,74396            Cs = 0,110            DA = 5,074            V superstructure = 600,919 m<sup>3</sup>            V deckhouse = 377,024 m<sup>3</sup>            Cbd = 0,775            C1 = 0,106            Vu = Vd + Vs + Vb + V1            V deck = 1941,810 m<sup>3</sup>            V sheer = 0 ( asumsi kapal w/o sheer )            V camber = 77,162 m<sup>3</sup>            V hatchway = 38,140 m<sup>3</sup>            Vu = 2057,112 m<sup>3</sup> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>Volume Forecastle</b>            panjang (LF) = 10%.L                              = 9,944 m            lebar (BF) = selebar kapal                              = 10,360 m            tinggi (hF) = asumsi 2,5 m                              = 2,5 m            VForecastle = 0,5.LF.BF.HF                              = 257,537 m<sup>3</sup> </li> <li> <b>Volume wheel house</b>            panjang (LWH) = 5%.L                              = 3,315 m            lebar (BWH) = B - 8m                              = 2,360 m            tinggi (hWH) = asumsi 2,5 m                              = 2,5 m            VDH.wheel house = LWH.BWH.hWH                              = 19,556 m<sup>3</sup> </li> </ul>
W st = L . B . DA . Cs ( including superstructure + deckhouse ) <b>W steel = 384,75 ton</b>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Volume Bridge</b></li> </ul> <p>panjang (LD3) = 10%.L  = 6,629 m</p> <p>lebar (BD3) = B - 4m  = 6,360 m</p> <p>tinggi (hD3) = asumsi 2,5 m  = 2,5 m</p> <p>VDH.layer III = LD3.BD3.hD3  = 105,401 m<sup>3</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Volume Poop</b></li> </ul> <p>panjang (Lp) = 20%.L  = 13,258 m</p> <p>lebar (Bp) = selebar kapal  = 10,360 m</p> <p>tinggi (hp) = asumsi 2,5 m  = 2,5 m</p> <p>V<sub>Poop</sub> = Lp.Bp.hp  = 343,3822 m<sup>3</sup></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Volume Deck House</b></li> </ul> <p>VDH = VDH.layer II + VDH.layer III + VDH.layer IV + VDH.Wheel House  = 377,0 m<sup>3</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Volume Total</b></li> </ul> <p>VA = VForecastle + V<sub>Poop</sub>  = 600,9189 m<sup>3</sup></p>

<b>Equipment &amp; Outfitting</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Group I ( Accommodation )</b></li> </ul> <p>( Ship Design for Efficiency &amp; Economy - SCHNEEKLUTH ; page 171-172 )</p> <p>Wa = Ca.Acommodation Vol</p> <p style="text-align: right;">Ca = 60 kg/m<sup>3</sup></p>	
<p>W<sub>superstructure</sub> = 36055,131</p> <p>W<sub>layer II</sub> = 11872,539</p> <p>W<sub>layer III</sub> = 6324,066</p> <p>W<sub>layer IV</sub> = 3251,5245</p> <p>W<sub>wheelhouse</sub> = 1173,33</p>	<p>Vol Superstructure = 600,919 m<sup>3</sup></p> <p>Vol Layer II = 197,876 m<sup>3</sup></p> <p>Vol Layer III = 105,401 m<sup>3</sup></p> <p>Vol Layer IV = 54,192 m<sup>3</sup></p> <p>Vol Wheelhouse = 19,556 m<sup>3</sup></p>
<p style="text-align: center;">Wa = <b>58,6765935 ton</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Group II ( Miscellaneous )</b></li> </ul> <p>( Ship Design for Efficiency &amp; Economy - SCHNEEKLUTH ; page 172 )</p> <p style="text-align: right;">C = 0,18 ton/m<sup>2</sup> (0.18 ton/m<sup>2</sup> &lt; C &lt; 0.26 ton/m<sup>2</sup>)</p>	
<p>W<sub>m</sub> = (LBD)2/3.C = <b>33,21540848 ton</b></p>	
<p><b>W<sub>E&amp;O</sub> = 91,892 ton</b></p>	

<b>LWT TOTAL</b>	
MACHINERY WEIGHT =	39,244 ton
EQUIPMENT AND OUTFIT WEIGHT =	91,892 ton
STEEL WEIGHT =	384,754 ton

Perhitungan Biaya Kapital & Operasional Kapal			
KAPAL LNG 928			
Umur Ekonomis kapal	=		20 tahun
W Steel	=	384,754	Ton
WE&O	=	91,892	Ton
W Machinery	=	39	Ton
Harga Baja	=	\$ 1.200,00	/ton
Kurs Rupiah	=	IDR 13.157,89	/USD

Perhitungan Biaya Kapital			
<b>Structural Cost</b>			
P ST	=	W Steel · Harga Baja	
	=	\$	461.704,80
<b>Outfit Cost</b>			
P E&O	=	W E&O · C E&O	
	=	\$	110.270,40
<b>Machinery Cost</b>			
PME	=	W ME · C ME	
	=	\$	47.092,53
<b>Non-weight Cost</b>			
CNW	=	200%	
PNW	=	CNW · (PST + PE&O + PME)	
	=	\$	1.238.135,46
<b>Biaya</b>	=	PST + PE&O + PME + PNW	
	=	\$	1.857.203,19
<b>Perhitungan Harga</b>			
1. Keuntungan	=	5% · Biaya	
	=	\$	92.860,16
2. Inflasi	=	2% · Biaya	
	=	\$	37.144,06
3. Pajak	=	9% · Biaya	
	=	\$	167.148,29
Harga Kapal	=	Biaya + Keuntungan + Inflasi + Pajak	
	=	\$	2.154.355,70
	=	Rp	28.346.785.496

Gaji Crew	=	Rp	1,680,000,000.00	/Bulan
Jumlah Crew	=		20	Orang
Gaji Per Crew	=	Rp	7,000,000.00	/Bulan /Orang
<b>Repair &amp; Maintenance</b>	=		3% dari harga kapal	
	=	Rp	850,403,565	
<b>Asuransi Kapal</b>	=		1,5% dari harga kapal	
	=	Rp	425,201,782	
<b>Supplies Crew</b>	=	Rp	50,000.00	/orang/hari
	=	Rp	12,000,000.00	
<b>Fresh Water</b>	=	Rp	74,400,000.00	
	=		0.20	ton/(person.day)
w Fresh Water	=		124	ton
ρ Fresh Water	=		1	ton/m3
V Fresh Water	=		124	m3
	=		124,000	liter
Harga Fresh Water	=	Rp	600	per liter
<b>Dokumen &amp; Administrasi</b>	=	Rp	1,500,000.00	/trip
	=	Rp	18,000,000.00	/Tahun
<b>Total Opsional Cost</b>	=	Rp	3,060,005,347.31	/Tahun
<b>TCH</b>	=	Rp	4,477,344,622.09	/ Tahun
	=	Rp	13,567,710.98	/ Hari

### 3. Perhitungan Berat Baja Kapal 3

Main Dimention					
L =	76,2	m	T =	3,55	m
B =	11,37	m	CB =	0,755	
H =	4,5	m	Displacement =	2380,21	

Hull																																														
<b>Volume Deckhouse</b>	<b>Volume Superstructure</b>																																													
<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>Volume Boat</b>            panjang (LD2) = 15%.L                                  = 11,430 m            lebar (BD2) = B - 2m                                  = 8,970 m            tinggi (hD2) = asumsi 2,5 m                                  = 2,5 m            VDH.layer II = LD2.BD2.hD2                                  = 256,32 m<sup>3</sup> </li> <li> <b>Volume Navigation</b>            panjang (LD4) = 7,5%.L                                  = 5,715 m            lebar (BD4) = B - 6m                                  = 5,370 m            tinggi (hD4) = asumsi 2,5 m                                  = 2,5 m            VDH.layer IV = LD4.BD4.hD4                                  = 76,724 m<sup>3</sup> </li> <li> <b>Volume Layer :</b>            V Layer II = 256,318 m<sup>3</sup>            V Layer III = 140,399 m<sup>3</sup>            V Layer IV = 76,724 m<sup>3</sup>            V Wheelhouse = 32,099 m<sup>3</sup>            V Total (deckhouse) = 505,539 m<sup>3</sup>            h camber = 0,227 m            C3 = 0,542         </li> <li> <b>Steel Weight :</b>            ( <i>Ship Design for Efficiency &amp; Economy - SCHNEEKLUTH ; page 154-156</i> )            dengan           <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>Cso =</td> <td>0,08 t/m<sup>3</sup></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Δ =</td> <td>2380,21 ton</td> <td></td> </tr> <tr> <td>u =</td> <td>1,377</td> <td>-(0.5*u+0.1*u2.45) = -0,90713</td> </tr> <tr> <td>Cs =</td> <td>0,106</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DA =</td> <td>5,958</td> <td></td> </tr> <tr> <td>V superstructure =</td> <td>758,095 m<sup>3</sup></td> <td></td> </tr> <tr> <td>V deckhouse =</td> <td>505,539 m<sup>3</sup></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cbd =</td> <td>0,775</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C1 =</td> <td>0,105</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vu = Vd + Vs + Vb + V1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>V deck =</td> <td>3020,259 m<sup>3</sup></td> <td></td> </tr> <tr> <td>V sheer =</td> <td>0 ( asumsi kapal w/o sheer )</td> <td></td> </tr> <tr> <td>V camber =</td> <td>106,837 m<sup>3</sup></td> <td></td> </tr> <tr> <td>V hatchway =</td> <td>47,217 m<sup>3</sup></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vu =</td> <td>3174,312 m<sup>3</sup></td> <td></td> </tr> </table> </li> </ul>	Cso =	0,08 t/m <sup>3</sup>		Δ =	2380,21 ton		u =	1,377	-(0.5*u+0.1*u2.45) = -0,90713	Cs =	0,106		DA =	5,958		V superstructure =	758,095 m <sup>3</sup>		V deckhouse =	505,539 m <sup>3</sup>		Cbd =	0,775		C1 =	0,105		Vu = Vd + Vs + Vb + V1			V deck =	3020,259 m <sup>3</sup>		V sheer =	0 ( asumsi kapal w/o sheer )		V camber =	106,837 m <sup>3</sup>		V hatchway =	47,217 m <sup>3</sup>		Vu =	3174,312 m <sup>3</sup>		<ul style="list-style-type: none"> <li> <b>Volume Forecastle</b>            panjang (LF) = 10%.L                                  = 11,430 m            lebar (BF) = selebar kapal                                  = 11,370 m            tinggi (hF) = asumsi 2,5 m                                  = 2,5 m            VForecastle = 0,5.LF.BF.HF                                  = 324,898 m<sup>3</sup> </li> <li> <b>Volume wheel house</b>            panjang (LWH) = 5%.L                                  = 3,810 m            lebar (BWH) = B - 8m                                  = 3,370 m            tinggi (hWH) = asumsi 2,5 m                                  = 2,5 m            VDH.wheel house = LWH.BWH.hWH                                  = 32,099 m<sup>3</sup> </li> </ul>
Cso =	0,08 t/m <sup>3</sup>																																													
Δ =	2380,21 ton																																													
u =	1,377	-(0.5*u+0.1*u2.45) = -0,90713																																												
Cs =	0,106																																													
DA =	5,958																																													
V superstructure =	758,095 m <sup>3</sup>																																													
V deckhouse =	505,539 m <sup>3</sup>																																													
Cbd =	0,775																																													
C1 =	0,105																																													
Vu = Vd + Vs + Vb + V1																																														
V deck =	3020,259 m <sup>3</sup>																																													
V sheer =	0 ( asumsi kapal w/o sheer )																																													
V camber =	106,837 m <sup>3</sup>																																													
V hatchway =	47,217 m <sup>3</sup>																																													
Vu =	3174,312 m <sup>3</sup>																																													
W st = L . B . DA . Cs ( including superstructure + deckhouse ) <b>W steel = 546,37 ton</b>																																														

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Volume Bridge</b></li> </ul> <p>panjang (LD3) = 10%.L  = 7,620 m</p> <p>lebar (BD3) = B - 4m  = 7,370 m</p> <p>tinggi (hD3) = asumsi 2,5 m  = 2,5 m</p> <p>VDH.layer III = LD3.BD3.hD3  = 140,399 m<sup>3</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Volume Poop</b></li> </ul> <p>panjang (Lp) = 20%.L  = 15,240 m</p> <p>lebar (Bp) = selebar kapal  = 11,370 m</p> <p>tinggi (hp) = asumsi 2,5 m  = 2,5 m</p> <p>V<sub>Poop</sub> = Lp.Bp.hp  = 433,197 m<sup>3</sup></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Volume Deck House</b></li> </ul> <p>VDH = VDH.layer II + VDH.layer  III + VDH.layer IV  VDH.Wheel House  = 505,5 m<sup>3</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Volume Total</b></li> </ul> <p>VA = VForecastle + V<sub>Poop</sub>  = 758,0948 m<sup>3</sup></p>

MACHINERY			
<b>DATA OF MAIN ENGINE</b>		<b>DATA OF AUXILIARY ENGINE</b>	
Main Engine = Merk		Auxiliary Engine = CATERPILLAR	
Type		C9	
Max Power =	1.104 kW	Max Power =	332 kW
=	1.500 HP	=	456 HP
Revolution (n) =	110 rpm	Weight =	7,1 ton
Weight =	7 ton		
Dimension	Lenght = 2.465 mm	Dimension	Lenght = 4.276 mm
	Height = 2.223 mm		Height = 1.800 mm
	Width = 2.037 mm		Width = 1.671 mm
• <b>Main Engine</b>			
W <sub>ME</sub> =	7,488 ton		
• <b>Auxiliary Engine</b>			
W <sub>AE</sub> =	14,262 ton	W <sub>AE</sub> / Unit =	7,131 ton
• <b>Shafting</b>			
( Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 175 )			
Ws = Ip.0.081(PD/n)2/3 ( asumsi material memiliki tensile strength 700N/mm2 )			
3,48 ton	ds =	0,308 m	
n (rpm) = 110	lp =	6 ( asumsi panjang shaft 6 meter )	
• <b>Gearbox</b>			
Wgr = 0.37(PB/n)	n =	110 (asumsi rpm propeller)	
7,37 ton			
• <b>Propeller</b>			
( Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 175 )			
Wp = D3.K	( asumsi material berbahan 'manganese bronze' )		
0,862 ton	z =	4 ( asumsi menggunakan 4 daun )	
	D =	2,550	
	AE/A0 =	0,4 ( PNA vol II ; page 166 )	
	K =	0,052	
• <b>Other Weight</b>			
( Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 177 )			
M = (0.04~0.07)P	C =	0,15	
88 ton	P =	1104 kW	
Wother = M.C			
13 ton			
<b>W machinery = 39,244 ton</b>			

### Equipment & Outfitting

- Group I ( Accommodation )**

( Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 171-172 )

$$W_a = C_a \cdot \text{Accommodation Vol}$$

$$C_a = 60 \text{ kg/m}^3$$

Wsuperstructure =	45485,685	Vol Superstructure =	758,095 m3
Wlayer II =	15379,065	Vol Layer II =	256,318 m3
Wlayer III =	8423,91	Vol Layer III =	140,399 m3
Wlayer IV =	4603,4325	Vol Layer IV =	76,724 m3
Wwheelhouse =	1925,96	Vol Wheelhouse =	32,099 m3

$$W_a = 75,8180475 \text{ ton}$$

- Group II ( Miscellaneous )**

( Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 172 )

$$C = 0,18 \text{ ton/m}^2$$

(0.18 ton/m<sup>2</sup> < C < 0.26 ton/m<sup>2</sup>)

$$W_m = (\text{LBD})^2 / 3 \cdot C = 44,58866521 \text{ ton}$$

$$W_{E\&O} = 120,407 \text{ ton}$$

### LWT TOTAL

MACHINERY WEIGHT =	39,244 ton
EQUIPMENT AND OUTFIT WEIGHT =	120,407 ton
STEEL WEIGHT =	546,367 ton

### Perhitungan Biaya Kapital & Operasional Kapal

KAPAL LNG 1275			
Umur Ekonomis kapal	=	20	tahun
W Steel	=	546,367	Ton
WE&O	=	120,407	Ton
W Machinery	=	39	Ton
Harga Baja	=	\$ 1.200,00	/ton
Kurs Rupiah	=	IDR 13.157,89	/USD

### Perhitungan Biaya Kapital

<b>Structural Cost</b>			
P ST	=	W Steel · Harga Baja	
	=	\$	655.639,86
<b>Outfit Cost</b>			
P E&O	=	W E&O · C E&O	
	=	\$	144.488,06
<b>Machinery Cost</b>			
PME	=	W ME · C ME	
	=	\$	47.092,53
<b>Non-weight Cost</b>			
CNW	=	200%	
PNW	=	CNW · (PST + PE&O + PME)	
	=	\$	1.694.440,89
<b>Biaya</b>	=	PST + PE&O + PME + PNW	
	=	\$	2.541.661,34
<b>Perhitungan Harga</b>			
1. Keuntungan	=	5% · Biaya	
	=	\$	127.083,07
2. Inflasi	=	2% · Biaya	
	=	\$	50.833,23
3. Pajak	=	9% · Biaya	
	=	\$	228.749,52
Harga Kapal	=	Biaya + Keuntungan + Inflasi + Pajak	
	=	\$	2.948.327,15
	=	Rp	38.793.778.185

<b>Gaji Crew</b>	=	Rp	1,680,000,000.00	/Bulan
Jumlah Crew	=		20	Orang
Gaji Per Crew	=	Rp	7,000,000.00	/Bulan /Orang
<b>Repair &amp; Maintenance</b>	=		3% dari harga kapal	
	=	Rp	1,163,813,346	
<b>Asuransi Kapal</b>	=		1,5% dari harga kapal	
	=	Rp	581,906,673	
<b>Supplies Crew</b>	=	Rp	50,000.00	/orang/hari
	=	Rp	12,000,000.00	
<b>Fresh Water</b>	=	Rp	74,400,000.00	
	=		0.20	ton/(person.day)
w Fresh Water	=		124	ton
ρ Fresh Water	=		1	ton/m3
V Fresh Water	=		124	m3
	=		124,000	liter
Harga Fresh Water	=	Rp	600	per liter
<b>Dokumen &amp; Administrasi</b>	=	Rp	1,500,000.00	/trip
	=	Rp	18,000,000.00	/Tahun
<b>Total Opersional Cost</b>	=	<b>Rp</b>	<b>3,530,120,018.33</b>	<b>/Tahun</b>
TCH	=	Rp	5,469,808,927.59	/ Tahun
	=	Rp	16,575,178.57	/ Hari



#### 4. Perhitungan Berat Baja Kapal 4

Main Dimention					
L =	74	m	T =	4,96	m
B =	14	m	CB =	0,755	
H =	6,1	m	Displacement =	3976,60	

Hull	
<p><b>Volume Deckhouse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Volume Boat</b>            panjang (LD2) = 15%.L                              = 11,100 m            lebar (BD2) = B - 2m                              = 11,600 m            tinggi (hD2) = asumsi 2,5 m                              = 2,5 m            VDH.layer II = LD2.BD2.hD2                              = 321,90 m<sup>3</sup></li> <li>• <b>Volume Navigation</b>            panjang (LD4) = 7,5%.L                              = 5,550 m            lebar (BD4) = B - 6m                              = 8,000 m            tinggi (hD4) = asumsi 2,5 m                              = 2,5 m            VDH.layer IV = LD4.BD4.hD4                              = 111,000 m<sup>3</sup></li> <li>• <b>Volume Layer :</b>            V Layer II = 321,900 m<sup>3</sup>            V Layer III = 185,000 m<sup>3</sup>            V Layer IV = 111,000 m<sup>3</sup>            V Wheelhouse = 55,500 m<sup>3</sup>            V Total (deckhouse) = 673,400 m<sup>3</sup>            h camber = 0,280 m            C3 = 0,540</li> <li>• <b>Steel Weight :</b>            ( <i>Ship Design for Efficiency &amp; Economy - SCHNEEKLUTH ; page 154-156</i> )            dengan            Cso = 0,08 t/m<sup>3</sup>            Δ = 3976,60 ton            u = 1,600 -(0.5*u+0.1*u2.45) = -1,11582            Cs = 0,101            DA = 7,625            V superstructure = 906,500 m<sup>3</sup>            V deckhouse = 673,400 m<sup>3</sup>            Cbd = 0,772            C1 = 0,105            Vu = Vd + Vs + Vb + V1            V deck = 4878,056 m<sup>3</sup>            V sheer = 0 ( asumsi kapal w/o sheer )            V camber = 156,738 m<sup>3</sup>            V hatchway = 53,568 m<sup>3</sup>            Vu = 5088,361 m<sup>3</sup></li> </ul>	<p><b>Volume Superstructure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Volume Forecastle</b>            panjang (LF) = 10%.L                              = 11,100 m            lebar (BF) = selebar kapal                              = 14,000 m            tinggi (hF) = asumsi 2,5 m                              = 2,5 m            VForecastle = 0,5.LF.BF.HF                              = 388,500 m<sup>3</sup></li> <li>• <b>Volume wheel house</b>            panjang (LWH) = 5%.L                              = 3,700 m            lebar (BWH) = B - 8m                              = 6,000 m            tinggi (hWH) = asumsi 2,5 m                              = 2,5 m            VDH.wheel house = LWH.BWH.hWH                              = 55,500 m<sup>3</sup></li> </ul>
W st = L . B . DA . Cs ( including superstructure + deckhouse ) <b>W steel = 797,61 ton</b>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Volume Bridge</b></li> </ul> <p>panjang (LD3) = 10%.L  = 7,400 m</p> <p>lebar (BD3) = B - 4m  = 10,000 m</p> <p>tinggi (hD3) = asumsi 2,5 m  = 2,5 m</p> <p>VDH.layer III = LD3.BD3.hD3  = 185,000 m<sup>3</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Volume Poop</b></li> </ul> <p>panjang (Lp) = 20%.L  = 14,800 m</p> <p>lebar (Bp) = selebar kapal  = 14,000 m</p> <p>tinggi (hp) = asumsi 2,5 m  = 2,5 m</p> <p>V<sub>Poop</sub> = Lp.Bp.hp  = 518 m<sup>3</sup></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Volume Deck House</b></li> </ul> <p>VDH = VDH.layer II + VDH.layer III + VDH.layer IV  VDH.Wheel House  = 673,4 m<sup>3</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Volume Total</b></li> </ul> <p>VA = VForecastle + V<sub>Poop</sub>  = 906,5 m<sup>3</sup></p>

MACHINERY	
<b>DATA OF MAIN ENGINE</b> Main Engine = Merk Type Max Power = - kW = - HP Revolution (n) = 110 rpm Weight = 7 ton  Dimension Length = 2.465 mm Height = 2.223 mm Width = 2.037 mm	<b>DATA OF AUXILIARY ENGINE</b> Auxiliary Engine = CATERPILLAR C9 Max Power = 332 kW = 456 HP Weight = 7,1 ton  Dimension Length = 4.276 mm Height = 1.800 mm Width = 1.671 mm
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Main Engine</b></li> </ul> <p>W<sub>ME</sub> = 7,488 ton</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Auxiliary Engine</b></li> </ul> <p>W<sub>AE</sub> = 14,262 ton</p>	<p>W<sub>AE</sub>/Unit = 7,131 ton</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Shafting</b></li> </ul> <p>( Ship Design for Efficiency &amp; Economy - SCHNEEKLUTH ; page 175 )  W<sub>s</sub> = Ip.0.081(PD/n)<sup>2</sup> ( asumsi material memiliki tensile strength 700N/mm<sup>2</sup> )  <b>3,48 ton</b> ds = 0,308 m  n (rpm)= 110 lp = 6 ( asumsi panjang shaft 6 meter )</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gearbox</b></li> </ul> <p>W<sub>gr</sub> = 0.37(PB/n)  <b>7,37 ton</b> n= 110 (asumsi rpm propeller)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Propeller</b></li> </ul> <p>( Ship Design for Efficiency &amp; Economy - SCHNEEKLUTH ; page 175 )  W<sub>p</sub> = D3.K ( asumsi material berbahan 'manganese bronze' )  <b>0,862 ton</b> z = 4 ( asumsi menggunakan 4 daun )  D = 2,550  AE/AO = 0,4 ( PNA vol II ; page 166 )  K = 0,052</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Other Weight</b></li> </ul> <p>( Ship Design for Efficiency &amp; Economy - SCHNEEKLUTH ; page 177 )  M = (0.04~0.07)P C = 0,15  <b>88 ton</b> P = 0 kW   W<sub>other</sub> = M.C  <b>13 ton</b></p>	
<b>W machin 39,244 ton</b>	

### Equipment & Outfitting

- **Group I ( Accommodation )**

( Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 171-172 )

$$W_a = C_a \cdot \text{Accommodation Vol}$$

$$C_a = 60 \text{ kg/m}^3$$

Wsuperstructure =	54390	Vol Superstructure =	906,500 m3
Wlayer II =	19314	Vol Layer II =	321,900 m3
Wlayer III =	11100	Vol Layer III =	185,000 m3
Wlayer IV =	6660	Vol Layer IV =	111,000 m3
Wwheelhouse =	3330,00	Vol Wheelhouse =	55,500 m3

$$W_a = 94,794 \text{ ton}$$

- **Group II ( Miscellaneous )**

( Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 172 )

$$C = 0,18 \text{ ton/m}^2$$

$$(0.18 \text{ ton/m}^2 < C < 0.26 \text{ ton/m}^2)$$

$$W_m = (\text{LBD})^2 / 3 \cdot C = 61,52697529 \text{ ton}$$

$$W_{E\&O} = 156,321 \text{ ton}$$

### LWT TOTAL

MACHINERY WEIGHT =	39,244 ton
EQUIPMENT AND OUTFIT WEIGHT =	156,321 ton
STEEL WEIGHT =	797,608 ton

Perhitungan Biaya Kapital & Operasional Kapal			
KAPAL LNG 2003			
Umur Ekonomis kapal	=	20	tahun
W Steel	=	797,608	Ton
WE&O	=	156,321	Ton
W Machinery	=	39	Ton
Harga Baja	=	\$ 1.200,00	/ton
Kurs Rupiah	=	IDR 13.157,89	/USD

Perhitungan Biaya Kapital		
<b>Structural Cost</b>		
P ST	=	W Steel · Harga Baja
	=	\$ 957.129,87
<b>Outfit Cost</b>		
P E&O	=	W E&O · C E&O
	=	\$ 187.585,17
<b>Machinery Cost</b>		
PME	=	W ME · C ME
	=	\$ 47.092,53
<b>Non-weight Cost</b>		
CNW	=	200%
PNW	=	CNW · (PST + PE&O + PME)
	=	\$ 2.383.615,14
<b>Biaya</b>	=	PST + PE&O + PME + PNW
	=	\$ 3.575.422,70
<b>Perhitungan Harga</b>		
1. Keuntungan	=	5% · Biaya
	=	\$ 178.771,14
2. Inflasi	=	2% · Biaya
	=	\$ 71.508,45
3. Pajak	=	9% · Biaya
	=	\$ 321.788,04
Harga Kapal	=	Biaya + Keuntungan + Inflasi + Pajak
	=	\$ 4.147.490,34
	=	Rp 54.572.241.102

<b>Gaji Crew</b>	=	Rp	1,680,000,000.00	/Bulan
Jumlah Crew	=		20	Orang
Gaji Per Crew	=	Rp	7,000,000.00	/Bulan /Orang
<b>Repair &amp; Maintenance</b>	=		3% dari harga kapal	
	=	Rp	1,637,167,233	
<b>Asuransi Kapal</b>	=		1,5% dari harga kapal	
	=	Rp	818,583,617	
<b>Supplies Crew</b>	=	Rp	50,000.00	/orang/hari
	=	Rp	12,000,000.00	
<b>Fresh Water</b>	=	Rp	74,400,000.00	
	=		0.20	ton/(person.day)
w Fresh Water	=		124	ton
ρ Fresh Water	=		1	ton/m3
V Fresh Water	=		124	m3
	=		124,000	liter
Harga Fresh Water	=	Rp	600	per liter
<b>Dokumen &amp; Administrasi</b>	=	Rp	1,500,000.00	/trip
	=	Rp	18,000,000.00	/Tahun
<b>Total Opersional Cost = Rp 4,240,150,849.58 /Tahun</b>				
TCH	=	Rp	6,968,762,904.67	/ Tahun
	=	Rp	21,117,463.35	/ Hari

## 5. Biaya Bahan Bakar

No.	Nama Kapal	No. IMO	Kode kapal	Main Dimension (m)				Kapasitas Tanki		DWT (ton)
				L	B	H	T	m3	ton	
1	TROPIC BREEZE	8906315	K1	48,73	8	3	2,4	730	336	750
2	OCEAN BREEZE	9282429	K2	66,29	10,36	3,65	2,88	1146,12	527	928
3	GAS PIONEER	8850918	K3	76,2	11,37	4,5	3,55	1520	699	1275
4	B GAS LYDIA	9043457	K4	74	14	6,1	4,96	1760	810	2003

No.	Nama Kapal	Daya Mesin Utama ( ME )			MesinPembantu ( AE )			Kecepatan (Knot)
		HP	kW	SFOC (ton/kwh)	HP	KW	SFOC (ton/kwh)	
1	TROPIC BREEZE	600	442	0,000213	2x82	2x65	0,0000801	8,2
2	OCEAN BREEZE	1440	1060	0,000191	2x158	2x116	0,0001544	12
3	GAS PIONEER	1500	1104	0,000190	4x114	4x83	0,0001115	12
4	B GAS LYDIA	1997	1470	0,000191	2x289	2x194	0,0002066	12,5

	Rute	Jarak	K1	K2	K3	K4
Consumable M/E Saat Berlayar (Ton/RT)	PGR-SPD	227	2,9	4,2	3,6	4,6
	PGR-RAAS	212	2,7	3,9	3,4	4,3
	PGR-TNDK	187	2,4	3,5	3,0	3,8
	PGR-Guwa	178	2,3	3,3	2,8	3,6
Consumable A/E Saat Berlayar (Ton/RT)	PGR-SPD	227	0,4	0,6	0,5	0,7
	PGR-RAAS	212	0,4	0,6	0,5	0,6
	PGR-TNDK	187	0,4	0,5	0,4	0,6
	PGR-Guwa	178	0,3	0,5	0,4	0,5
Consumable A/E Saat di Pelabuhan (Ton/RT)	PGR-SPD	227	0,2	0,5	0,5	0,7
	PGR-RAAS	212	0,2	0,5	0,4	0,7
	PGR-TNDK	187	0,2	0,5	0,4	0,7
	PGR-Guwa	178	0,2	0,5	0,5	0,7

	Rute	Jarak	K1	K2	K3	K4
Consumable M/E Saat Berlayar (Rp/RT)	PGR-SPD	227	Rp 15.502.583,79	Rp 22.759.695,98	Rp 19.487.876,92	Rp 25.041.698,86
	PGR-RAAS	212	Rp 14.435.892,24	Rp 21.193.661,85	Rp 18.146.967,95	Rp 23.318.646,19
	PGR-TNDK	187	Rp 12.741.037,90	Rp 18.705.407,63	Rp 16.016.412,60	Rp 20.580.906,94
	PGR-Guwa	178	Rp 12.148.431,49	Rp 17.835.388,67	Rp 15.271.463,18	Rp 19.623.655,45
Consumable A/E Saat Berlayar (Rp/RT)	PGR-SPD	227	Rp 2.325.387,57	Rp 3.413.954,40	Rp 2.923.181,54	Rp 3.756.254,83
	PGR-RAAS	212	Rp 2.165.383,84	Rp 3.179.049,28	Rp 2.722.045,19	Rp 3.497.796,93
	PGR-TNDK	187	Rp 1.911.155,68	Rp 2.805.811,14	Rp 2.402.461,89	Rp 3.087.136,04
	PGR-Guwa	178	Rp 1.822.264,72	Rp 2.675.308,30	Rp 2.290.719,48	Rp 2.943.548,32
Consumable A/E Saat di Pelabuhan (Rp/RT)	PGR-SPD	227	Rp 2.325.387,57	Rp 2.506.485,76	Rp 2.544.248,28	Rp 3.747.594,36
	PGR-RAAS	212	Rp 2.165.383,84	Rp 2.506.485,76	Rp 2.369.185,33	Rp 3.747.594,36
	PGR-TNDK	187	Rp 1.911.155,68	Rp 2.506.485,76	Rp 2.245.539,33	Rp 3.747.594,36
	PGR-Guwa	178	Rp 1.822.264,72	Rp 2.506.485,76	Rp 2.544.248,28	Rp 3.747.594,36
Total Fuel Cost (Rp/RT)	PGR-SPD	227	Rp 20.153.358,93	Rp 28.680.136,13	Rp 24.955.306,74	Rp 32.545.548,05
	PGR-RAAS	212	Rp 18.766.659,92	Rp 26.879.196,89	Rp 23.238.198,47	Rp 30.564.037,47
	PGR-TNDK	187	Rp 16.563.349,27	Rp 24.017.704,53	Rp 20.664.413,82	Rp 27.415.637,34
	PGR-Guwa	178	Rp 15.792.960,93	Rp 23.017.182,73	Rp 20.106.430,94	Rp 26.314.798,13

## 6. Biaya Pelabuhan

Pelabuhan Pagerungan			
1. Jasa Labuh	=	Rp 66,00	per GT/Kunjungan
2. Jasa Tambat			
Dermaga Beton	=	Rp 54,00	per GT/Etmal
3. Jasa Pandu			
In out dalam perairan	=	Rp 58,00	per GT/Kapal/Gerakan
Geser dalam perairan	=	Rp 58,00	per GT/Kapal/Gerakan
In out shift luar perairan	=	Rp 58,00	per GT/Kapal/Gerakan
4. Jasa Tunda Kapal ≤ 3.500 GT			
Tarif Tetap	=	Rp 794.860,00	per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel	=	Rp 3,00	per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
5. Jasa Tunda Kapal 3.500 s.d 8.000 GT			
Tarif Tetap	=	Rp 1.080.090,00	per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel	=	Rp 3,00	per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
6. Tarif Bongkar/Muat	=	Rp 30.000,00	per ton

Pelabuhan Sapudi			
1. Jasa Labuh	=	Rp 66,00	per GT/Kunjungan
2. Jasa Tambat			
Dermaga Beton	=	Rp 54,00	per GT/Etmal
3. Jasa Pandu			
In out dalam perairan	=	Rp 58,00	per GT/Kapal/Gerakan
Geser dalam perairan	=	Rp 58,00	per GT/Kapal/Gerakan
In out shift luar perairan	=	Rp 58,00	per GT/Kapal/Gerakan
4. Jasa Tunda Kapal ≤ 3.500 GT			
Tarif Tetap	=	Rp 794.860,00	per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel	=	Rp 3,00	per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
5. Jasa Tunda Kapal 3.500 s.d 8.000 GT			
Tarif Tetap	=	Rp 1.080.090,00	per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel	=	Rp 3,00	per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
6. Tarif Bongkar/Muat	=	Rp 30.000,00	per ton

Pelabuhan Raas			
1. Jasa Labuh	=	Rp 66,00	per GT/Kunjungan
2. Jasa Tambat			
Dermaga Beton	=	Rp 54,00	per GT/Etmal
3. Jasa Pandu			
In out dalam perairan	=	Rp 58,00	per GT/Kapal/Gerakan
Geser dalam perairan	=	Rp 58,00	per GT/Kapal/Gerakan
In out shift luar perairan	=	Rp 58,00	per GT/Kapal/Gerakan
4. Jasa Tunda Kapal ≤ 3.500 GT			
Tarif Tetap	=	Rp 794.860,00	per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel	=	Rp 3,00	per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
5. Jasa Tunda Kapal 3.500 s.d 8.000 GT			
Tarif Tetap	=	Rp 1.080.090,00	per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel	=	Rp 3,00	per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
6. Tarif Bongkar/Muat	=	Rp 30.000,00	per ton

Pelabuhan Tonduk				
1. Jasa Labuh	=	Rp	66,00	per GT/Kunjungan
2. Jasa Tambat				
Dermaga Beton	=	Rp	54,00	per GT/Etmal
3. Jasa Pandu				
In out dalam perairan	=	Rp	58,00	per GT/Kapal/Gerakan
Geser dalam perairan	=	Rp	58,00	per GT/Kapal/Gerakan
In out shift luar perairan	=	Rp	58,00	per GT/Kapal/Gerakan
4. Jasa Tunda Kapal ≤ 3.500 GT				
Tarif Tetap	=	Rp	794.860,00	per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel	=	Rp	3,00	per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
5. Jasa Tunda Kapal 3.500 s.d 8.000 GT				
Tarif Tetap	=	Rp	1.080.090,00	per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel	=	Rp	3,00	per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
6. Tarif Bongkar/Muat	=	Rp	30.000,00	per ton

Pelabuhan Guwa-Guwa				
1. Jasa Labuh	=	Rp	66,00	per GT/Kunjungan
2. Jasa Tambat				
Dermaga Beton	=	Rp	54,00	per GT/Etmal
3. Jasa Pandu				
In out dalam perairan	=	Rp	58,00	per GT/Kapal/Gerakan
Geser dalam perairan	=	Rp	58,00	per GT/Kapal/Gerakan
In out shift luar perairan	=	Rp	58,00	per GT/Kapal/Gerakan
4. Jasa Tunda Kapal ≤ 3.500 GT				
Tarif Tetap	=	Rp	794.860,00	per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel	=	Rp	3,00	per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
5. Jasa Tunda Kapal 3.500 s.d 8.000 GT				
Tarif Tetap	=	Rp	1.080.090,00	per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel	=	Rp	3,00	per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
6. Tarif Bongkar/Muat	=	Rp	30.000,00	per ton

			K1	K2	K3	K4			
		GT	348	767	1173	2223			
Biaya Labuh (Rp)	Pagerungan	IDR	22.968	IDR	50.622	IDR	77.418	IDR	146.718
	Sapudi	IDR	22.968	IDR	50.622	IDR	77.418	IDR	146.718
	Raas	IDR	22.968	IDR	50.622	IDR	77.418	IDR	146.718
	Tonduk	IDR	22.968	IDR	50.622	IDR	77.418	IDR	146.718
	Guwa-Guwa	IDR	22.968	IDR	50.622	IDR	77.418	IDR	146.718
Biaya Tambat (Rp)	Pagerungan	IDR	18.792	IDR	41.418	IDR	63.342	IDR	120.042
	Sapudi	IDR	18.792	IDR	41.418	IDR	63.342	IDR	120.042
	Raas	IDR	18.792	IDR	41.418	IDR	63.342	IDR	120.042
	Tonduk	IDR	18.792	IDR	41.418	IDR	63.342	IDR	120.042
	Guwa-Guwa	IDR	18.792	IDR	41.418	IDR	63.342	IDR	120.042
Biaya Pandu (Rp)	Pagerungan	IDR	60.552	IDR	133.458	IDR	204.102	IDR	386.802
	Sapudi	IDR	60.552	IDR	133.458	IDR	204.102	IDR	386.802
	Raas	IDR	60.552	IDR	133.458	IDR	204.102	IDR	386.802
	Tonduk	IDR	60.552	IDR	133.458	IDR	204.102	IDR	386.802
	Guwa-Guwa	IDR	60.552	IDR	133.458	IDR	204.102	IDR	386.802
Biaya Tunda (Rp)	Pagerungan	IDR	795.904	IDR	797.161	IDR	798.379	IDR	801.529
	Sapudi	IDR	795.904	IDR	797.161	IDR	798.379	IDR	801.529
	Raas	IDR	795.904	IDR	797.161	IDR	798.379	IDR	801.529
	Tonduk	IDR	795.904	IDR	797.161	IDR	798.379	IDR	801.529
	Guwa-Guwa	IDR	795.904	IDR	797.161	IDR	798.379	IDR	801.529

		K1	K2	K3	K4
	Payload	336	527	699	810
	GT	348	767	1173	2223
<b>Biaya Labuh (Rp/RT)</b>	<b>PGR-SPD</b>	IDR 45.936	IDR 101.244	IDR 154.836	IDR 293.436
	<b>PGR-RAAS</b>	IDR 45.936	IDR 101.244	IDR 154.836	IDR 293.436
	<b>PGR-TNDK</b>	IDR 45.936	IDR 101.244	IDR 154.836	IDR 293.436
	<b>PGR-GUWA</b>	IDR 45.936	IDR 101.244	IDR 154.836	IDR 293.436
<b>Biaya Tambat (Rp/RT)</b>	<b>PGR-SPD</b>	IDR 37.584	IDR 82.836	IDR 126.684	IDR 240.084
	<b>PGR-RAAS</b>	IDR 37.584	IDR 82.836	IDR 126.684	IDR 240.084
	<b>PGR-TNDK</b>	IDR 37.584	IDR 82.836	IDR 126.684	IDR 240.084
	<b>PGR-GUWA</b>	IDR 37.584	IDR 82.836	IDR 126.684	IDR 240.084
<b>Biaya Pandu (Rp/RT)</b>	<b>PGR-SPD</b>	IDR 121.104	IDR 266.916	IDR 408.204	IDR 773.604
	<b>PGR-RAAS</b>	IDR 121.104	IDR 266.916	IDR 408.204	IDR 773.604
	<b>PGR-TNDK</b>	IDR 121.104	IDR 266.916	IDR 408.204	IDR 773.604
	<b>PGR-GUWA</b>	IDR 121.104	IDR 266.916	IDR 408.204	IDR 773.604
<b>Biaya Tunda (Rp/RT)</b>	<b>PGR-SPD</b>	IDR 1.591.808	IDR 1.594.322	IDR 1.596.758	IDR 1.603.058
	<b>PGR-RAAS</b>	IDR 1.591.808	IDR 1.594.322	IDR 1.596.758	IDR 1.603.058
	<b>PGR-TNDK</b>	IDR 1.591.808	IDR 1.594.322	IDR 1.596.758	IDR 1.603.058
	<b>PGR-GUWA</b>	IDR 1.591.808	IDR 1.594.322	IDR 1.596.758	IDR 1.603.058
<b>Biaya Bongkar Muat (Rp/RT)</b>	<b>PGR-SPD</b>	IDR 10.074.000	IDR 15.816.456	IDR 20.976.000	IDR 24.288.000
	<b>PGR-RAAS</b>	IDR 10.074.000	IDR 15.816.456	IDR 20.976.000	IDR 24.288.000
	<b>PGR-TNDK</b>	IDR 10.074.000	IDR 15.816.456	IDR 20.976.000	IDR 24.288.000
	<b>PGR-GUWA</b>	IDR 10.074.000	IDR 15.816.456	IDR 20.976.000	IDR 24.288.000
<b>Total Port Charges (Rp/RT)</b>	<b>PGR-SPD</b>	IDR 11.870.432	IDR 17.861.774	IDR 23.262.482	IDR 27.198.182
	<b>PGR-RAAS</b>	IDR 11.870.432	IDR 17.861.774	IDR 23.262.482	IDR 27.198.182
	<b>PGR-TNDK</b>	IDR 11.870.432	IDR 17.861.774	IDR 23.262.482	IDR 27.198.182
	<b>PGR-GUWA</b>	IDR 11.870.432	IDR 17.861.774	IDR 23.262.482	IDR 27.198.182



## 7. Perhitungan Teknik kapal PLT 1

Data Kapal Pemanding											
No	Nama kapal	Daya	L	B	H	T	L/B	L/H	B/T	B/H	T/H
1	Dynami III	48	69	18	4,3	2,2	3,8	16,2	8,2	4,2	0,5
2	72 MW Floating Diesel power plant	72	62,9	31,8	4,8	2,9	2,0	13,1	11,0	6,6	0,6
3	124 MW Floating Diesel power plant	124	85,1	31,8	5,4	3,5	2,7	15,8	9,2	5,9	0,6
4	128 MW Floating Diesel power plant	142	92,5	31,8	5,4	3,5	2,9	17,1	9,2	5,9	0,6

Ukuran Utama Kapal PLT											
Panjang (L)		50,0 m									
Lebar (B)		17,3 m									
Tinggi (H)		3,8 m									
Sarat (T)		1,8 m									
Perbandingan Ukuran Utama											
1	L/B	=	2,89	→	2,0	<L/B<	3,8	2<L/B<3.8	ACCEPTED		
2	B/T	=	9,74	→	8,2	<B/T<	11,0	8.2<B/T<11	ACCEPTED		
3	L/H	=	13,10	→	13,1	<L/H<	17,1	13.1<L/H<17	ACCEPTED		
4	B/H	=	4,54	→	4,2	<B/H<	6,6	4.2<B/H<6.6	ACCEPTED		
5	T/H	=	0,47	→	0,5	<T/H<	0,64	0.5<T/H<0.64	ACCEPTED		
Data Ukuran Utama											
L =	50,0 m		164,2 ft								
B =	17,3 m		56,9 ft								
H =	3,8 m		12,5 ft								
T =	1,8 m		5,8 ft								
p =	1,025 ton/m <sup>3</sup>										

Data Spesifikasi Genset

**Spesifikasi Generator Set**

<b>Merk</b>	Kawasaki Gas Turbin Generator Set	
<b>Gas Turbine Model</b>	M1A-13A	
<b>Gas Turbine Generator Model</b>	GPB15	
<b>Maximum Continuous Electric Output</b>	1.450	Kw
<b>Heat Rate</b>	15.130	kJ/kW-hr
<b>Fuel Type</b>	Natural Gas	
<b>Weight</b>	20,3	ton

**Perencanaan Mesin Genset**

<b>Kebutuhan listrik total</b>	1351	Kw
<b>Genset yang diperluan</b>	2x1450	Kw
<b>Total</b>	2900	Kw

Dimensi Filter House :

> Panjang	:	16,8	m
> Lebar	:	3,9	m
> Tinggi	:	6,25	m

Berat Filter House : 27 ton

Vaporizer	
panjang	1,2 m
lebar	0,9 m
tinggi	3,86 m
berat vaporizer	0,674 ton

Dimension		
<b>Length</b>	5,3	m
<b>Width</b>	1,65	m
<b>Height</b>	2,35	m
<b>V =</b>	20,55075	m <sup>3</sup>

V = 409,5 m<sup>3</sup>

V = 4,1688 m<sup>3</sup>

V total = 434,2 m<sup>3</sup>

**Berat Komponen Listrik dan Titik Berat**

[ Referensi : Ship Design for Efficiency and Economy, Schneekluth]

**1. Berat Komponen Listrik Utama****1.1 Kawasaki Gas Turbin Generator Set**

$$W_{GS} = 40,6 \quad [\text{ton}] \quad ; \text{ untuk 2 genset}$$

**1.2 Filter House**

$$W_{FH} = 27 \quad [\text{ton}]$$

**1.3 Tiang Instalasi Listrik**

0,35 ton

**1.4 Vaporizer**

$$W_{VAPO} = 0,674 \quad [\text{ton}]$$

**Total Berat Peralatan**

$$\begin{aligned} W_{\text{Komponen}} &= W_{GS} + W_{FH} + W_{VAPO} + \text{Wiang Listrik} \\ &= 136,90 \quad [\text{ton}] \end{aligned}$$

**2. Titik berat komponen listrik****1 Titik berat Genset**

$$KG_{GS} = 5,6 \text{ m} \quad KG = H + (0,5 \cdot H_{\text{genset}})$$

$$LCG_{GS} = 15,2 \text{ m} \quad LCG = L + (0,5 \cdot L_{\text{genset}}) \text{ dari FP}$$

**2 Filter House**

$$KG_{FH} = 6,925 \text{ m}$$

$$LCG_{FH} = 16 \text{ m}$$

**3 Tiang Instalasi Listrik**

$$KG_{tl} = 9,2 \text{ m}$$

$$LCG_{tl} = 31,2 \text{ m}$$

**4 Vaporizer**

$$KG_{VAPO} = 5,9642 \text{ m}$$

$$LCG_{VAPO} = 26,40 \text{ m}$$

$$KG_{\text{Komponen}} = \frac{KG_{GS} \cdot W_{GS} + KG_{FH} \cdot W_{FH} + KG_{VAPO} \cdot W_{VAPO}}{W_{GS} + W_{FH} + W_{VAPO}}$$

$$= 6,1 \text{ m}$$

$$LCG_{\text{Komponen}} = \frac{LCG_{GS} \cdot W_{GS} + LCG_{FH} \cdot W_{FH} + LCG_{VAPO} \cdot W_{VAPO}}{W_{GS} + W_{FH} + W_{VAPO}}$$

$$= 15,71 \text{ m}$$

## Perhitungan Berat Baja Harvald & Jensen Method ( 1992 )

### Referensi

Schneecluth Hal. 154

No.	Type kapal	CSO
1	Bulk carriers	0,07
2	Cargo ship (1 deck)	0,07
3	Cargo ship (2 decks)	0,076
4	Cargo ship (3 decks)	0,082
5	Passenger ship	0,058
6	Product carriers	0,0664
7	Reefers	0,0609
8	Rescue vessel	0,0232
9	Support vessels	0,0974
10	Tanker	0,0752
11	Train ferries	0,65
12	Tugs	0,0892
13	VLCC	0,0645

### Koefisien titik berat

No.	Type kapal	C <sub>KG</sub>
1	Passanger ship	0.67 – 0.72
2	Large cargo ship	0.58 – 0.64
3	Small cargo ship	0.60 – 0.80
4	Bulk carrier	0.55 – 0.58
5	Tankers	0.52 – 0.54

### Input Data

Panjang Kapal (L) = 50,0 m  
 Lebar Kapal (B) = 17,3 m  
 Tinggi Kapal (H) = 3,8 m

8,508139

### Volume Deck House (V<sub>DH</sub>)

#### 1. Volume Layer 1 (V<sub>DH1</sub>)

Panjang Layer 1 (ℓ<sub>DH1</sub>) = 15 % · L = 7,5 m  
 Lebar Layer 1 (b<sub>DH1</sub>) = B - 2 ; 2m = gangway = 15,3 m  
 Tinggi Layer 1 (V<sub>DH1</sub>) = 2,5 m ; asumsi  
 Volume Layer 1 (V<sub>DH1</sub>) = ℓ<sub>DH1</sub> · b<sub>DH1</sub> · t<sub>DH1</sub> = 288 m<sup>3</sup>

#### 2. Volume Layer 2 (V<sub>DH2</sub>)

Panjang Layer 2 (ℓ<sub>DH2</sub>) = 10% · L = 5,0 m  
 Lebar Layer 2 (b<sub>DH2</sub>) = B - 2 ; 2m = gangway = 15,3 m  
 Tinggi Layer 2 (t<sub>DH2</sub>) = 2,5 m ; asumsi  
 Volume Layer 2 (V<sub>DH2</sub>) = ℓ<sub>DH2</sub> · b<sub>DH2</sub> · t<sub>DH2</sub> = 192 m<sup>3</sup>

#### 3. Volume Layer 3 (V<sub>DH3</sub>)

Panjang Layer 3 (ℓ<sub>DH3</sub>) = 7.5 % · L = 3,8 m  
 Lebar Layer 3 (b<sub>DH3</sub>) = B - 2 ; 4m = gangway = 15,3 m  
 Tinggi Layer 3 (t<sub>DH3</sub>) = 2,5 m ; asumsi  
 Volume Layer 3 (V<sub>DH3</sub>) = ℓ<sub>DH3</sub> · b<sub>DH3</sub> · t<sub>DH3</sub> = 144 m<sup>3</sup>

### Volume Deck House

$$V_{DH} = V_{DH1} + V_{DH2} + V_{DH3} = 624 \text{ m}^3$$

### Berat Baja (W<sub>ST</sub>)

DA = Tinggi Kapal Setelah Dikoreksi Deck House  

$$DA = H + \frac{V_{DH}}{L_{PP} \cdot B} = 4,54 \text{ m}$$
  
 C<sub>SO</sub> = 0,0752 t/m<sup>3</sup>  
 D = Berat Kapal = 1267,65 ton  
 U =  $\log \frac{\Delta}{100} = 1,1030$   
 C<sub>S</sub> =  $C_{SO} + 0.06 \cdot e^{-(0.5 \cdot U + 0.1 \cdot U^{2.45})} = 0,1045$

### Total Berat Baja

$$W_{ST} = L_{PP} \cdot B \cdot DA \cdot C_S = 411,58 \text{ ton}$$

### Titik Berat Baja

C<sub>KG</sub> = Koefisien KG Baja = 0,52  
 KG = DA · C<sub>KG</sub> = 2,361 m  
 LCG<sub>(%)</sub> = -0,15 + LCB(%) = -0,150 % L  
 LCG<sub>M</sub> = LCB(%) · L<sub>PP</sub> = -0,075 m  
 LCG<sub>FP</sub> = 0,5 · L<sub>PP</sub> · LCG<sub>M</sub> = 25,099 m

Perhitungan Consumable dan Kru			Lubricating Oil	
<b>Input Data</b>			SFR	= 0,00006178 ton/kW h
L	=	50,0 m	MCR	= 1450 kW
B	=	17,3 m	Margin	= 10% ; (5% ~ 10%)
H	=	3,8 m	$W_{LO'}$	= $SFR \cdot MCR \cdot \frac{S}{V_s} \cdot (1 + \text{Margin})$
T	=	1,8 m		= 2,36 ton
$\rho$ LNG	=	0,46 ton/m <sup>3</sup>	$W_{LO''}$	= $\frac{W_{LO'} + 4\% \cdot W_{LO'}}{\pi}$ ; Diktat IGM Santosa Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas dan $\pi = 0.9$
<b>Jumlah &amp; Berat Crew</b>				= 2,73 ton
Crew	=	22 orang	$V_{LO''}$	= 3,04 m <sup>3</sup>
$C_{C\&E}$	=	0,08 ton/orang	<b>Fresh Water</b>	
$W_{C\&E}$	=	Berat Kru Total	$C_{w1}$	= 300 kg/orang hari ; Koef. untuk cuci, mandi, dan minum kru
	=	$Z_c \cdot C_{c\&e}$ ; asumsi berat rata-rata manusia		= 0,0125 ton/orang jam
	=	1,76 ton	$C_{w2}$	= 0,005 ton/HP ; Koef. air tawar untuk pendingin mesin
1.450 Kw		1,45 MW	$W_{FW1}$	= $2 \cdot C_{w1} \cdot \frac{S}{V_s} \cdot Z_c$ ; Berat air tawar untuk mandi, cuci, minum
		1944,48 Hp		= 39,6 ton ; asumsi S/V adalah 3 hari
<b>Bahan Bakar Gas (LNG)</b>			$W_{FW2}$	= $2 \cdot C_{w2} \cdot BHP$ ; Berat air tawar untuk pendingin mesin
Heat Rate	=	15.130 KJ/kW-hr		= 19,4 ton
	=	14.222 BTU/kW-hr	$W_{FW \text{ total}}$	= $(W_{FW1} + W_{FW2})$
Volume	=	20.622.190 BTU		= 59,04 ton
	=	584 m <sup>3</sup> ; per Jam	$W_{FW}$	= $W_{FW \text{ total}} + 2\% \cdot W_{FW \text{ total}}$ ; terdapat penambahan koreksi 2%
	=	14.021 m <sup>3</sup> ; per Hari		= 60,23 ton
	=	23 m <sup>3</sup> ; per Hari (Liquified)	<b>Provision &amp; Store</b>	
Berat	=	11 ton ; per Hari (Liquified)	$C_{PR}$	= 5 kg/orang l; Koef. Provision & Store
		302 ton		= 0,00020833 ton/ orang jam
		657 m <sup>3</sup>	$W_{PR}$	= $2 \cdot C_p \cdot \frac{S}{V_s} \cdot Z_c$ ; Berat Provision & Store dan asumsi S/V 1 hari
		441 ton		= 0,22 ton
		958 m <sup>3</sup>		
		41 hari	<b>Total Berat Consumable and Crew (<math>W_{cons}</math>)</b>	
		28 hari		= $W_{LO} + W_{PR} + W_{FW} + W_{gas \text{ Fuel}} + W_{C\&E}$
		28 hari		= 505,66 ton

## 8. Biaya Investasi Kapal

Investasi Kapal 1			
Power Barge (2 x 1.45 MW)			
W Steel	=	411,58	Ton
WE&O	=	93,57	Ton
Harga Baja	=	\$ 1.200,00	/ton
Kurs Rupiah	=	IDR 13.157,89	/USD
Structural Cost			
P ST	=	W Steel · Harga Baja	
	=	\$ 493.899,77	
Biaya Perlengkapan			
P E&O	=	W E&O · C E&O	
	=	\$ 112.288,14	
Biaya	=	PST + PE&O	
	=	\$ 606.187,91	
	=	Rp 7.976.156.747	
Perhitungan Harga			
Pajak	=	9% · Biaya	
	=	\$ 54.556,91	
Harga Kapal	=	Biaya + Pajak	
	=	\$ 660.744,83	
	=	Rp 8.694.010.854	

Biaya Investasi			
Biaya Tanki LNG	=	Rp 12.390.350,84	per m3
Biaya Alat Regasifikasi	=	Rp 505.848.367,00	per unit
Biaya Genset	=	Rp 12.065.789,44	per Kw
Biaya Instalasi Listrik	=	Rp 1.171.052.628,30	per kms

Biaya Operasional			
Gaji Crew	=	Rp 1.850.400.000,00	/Tahun
Jumlah Crew	=	22	
Repair & Maintenance	=	5% dari biaya kapal	
	=	Rp 398.807.837,33	
Asuransi Kapal	=	1,5% dari biaya kapal	
	=	Rp 119.642.351	
Supplies Crew	=	Rp 50.000,00	/orang/hari
	=	Rp 363.000.000,00	/orang/tahun
Harga Fresh Water	=	Rp 12.545.280	liter /tahun
Dokumen & Administrasi	=	Rp 500.000,00	/hari
	=	Rp 165.000.000,00	/Tahun
Biaya Bahan Bakar	=	Rp 3.883.305.645,52	/Tahun
Regasifikasi	=	Rp 388.330.564,55	/Tahun
Suplai LNG	=	Rp 3.663.807.848,98	/Tahun
<b>Total Operasional Cost</b>	<b>=</b>	<b>Rp 10.844.839.527,59</b>	<b>/Tahun</b>

Biaya Pengeluaran Kapal 1	=	Rp 15.533.100.717,17	/Tahun
	=	Rp 47.070.002,17	/hari

## 9. Perhitungan Teknik kapal PLT 2

Data Kapal Pembanding											
No	Nama kapal	Daya (MW)	L	B	H	T	L/B	L/H	B/T	B/H	T/H
1	Dynami III	48	69	18	4,3	2,2	3,8	16,2	8,2	4,2	0,5
2	72 MW Floating Diesel power plant	72	62,9	31,8	4,8	2,9	2,0	13,1	11,0	6,6	0,6
3	124 MW Floating Diesel power plant	124	85,1	31,8	5,4	3,5	2,7	15,8	9,2	5,9	0,6
4	128 MW Floating Diesel power plant	142	92,5	31,8	5,4	3,5	2,9	17,1	9,2	5,9	0,6

Data Spesifikasi Genset		
Spesifikasi Generator Set		
Merk	Kawasaki Gas Turbin Generator Set	
Gas Turbine Model	M1A-13A	
Gas Turbine Generator Model	GPB15	
Maximum Continuos Electric Output	8.980	Kw
Heat Rate	13.200	kJ/kW-hr
Fuel Type	Natural Gas	
Weight	60	ton

Perencanaan Mesin Genset		
Kebutuhan listrik total	7250	Kw
Genset yang diperlukan	2x8980	Kw
Total	17960	Kw

### Perhitungan Kapasitas Tangki Bahan Bakar (LNG)

#### Dimensi Tangki 1

$$\begin{aligned} \diamond t_{\text{BBG}} &= H-(\text{hdb}+X) \\ &= 2.4 \text{ m} \\ \diamond l_{\text{BBG}} &= 9.1 \text{ m} \\ \diamond V_{\text{BBG}} &= 290.39 \text{ m}^3 \\ \diamond W_{\text{BBG I}} &= 133.58 \text{ ton} \\ \diamond p_{\text{BBG}} &= \frac{V_{\text{LNG}}}{L_{\text{BBG}} \cdot t_{\text{BBG}}} \\ &= 13.3 \text{ m} \end{aligned}$$

#### Dimensi Tangki 2

$$\begin{aligned} \diamond t_{\text{BBG}} &= H-(\text{hdb}+X) \\ &= 2.4 \text{ m} \\ \diamond l_{\text{BBG}} &= 9.1 \text{ m} \\ \diamond V_{\text{BBG}} &= 290.39 \text{ m}^3 \\ \diamond W_{\text{BBG III}} &= 133.58 \text{ ton} \\ \diamond p_{\text{BBG}} &= \frac{V_{\text{LNG}}}{L_{\text{BBG}} \cdot t_{\text{BBG}}} \\ &= 13.3 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Total Volume Tangki} = 1161.56 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Berat Bahan Bakar} = 534.32 \text{ ton}$$

#### Dimensi Tangki 1

$$\begin{aligned} \diamond t_{\text{BBG}} &= H-(\text{hdb}+X) \\ &= 2.4 \text{ m} \\ \diamond l_{\text{BBG}} &= 9.1 \text{ m} \\ \diamond V_{\text{BBG}} &= 290.39 \text{ m}^3 \\ \diamond W_{\text{BBG II}} &= 133.58 \text{ ton} \\ \diamond p_{\text{BBG}} &= \frac{V_{\text{LNG}}}{L_{\text{BBG}} \cdot t_{\text{BBG}}} \\ &= 13.3 \text{ m} \end{aligned}$$

#### Dimensi Tangki 2

$$\begin{aligned} \diamond t_{\text{BBG}} &= H-(\text{hdb}+X) \\ &= 2.4 \text{ m} \\ \diamond l_{\text{BBG}} &= 9.1 \text{ m} \\ \diamond V_{\text{BBG}} &= 290.39 \text{ m}^3 \\ \diamond W_{\text{BBG IV}} &= 133.58 \text{ ton} \\ \diamond p_{\text{BBG}} &= \frac{V_{\text{LNG}}}{L_{\text{BBG}} \cdot t_{\text{BBG}}} \\ &= 13.3 \text{ m} \end{aligned}$$



## 10. Investasi kapal 2

Investasi Kapal 2			
Power Barge (2 x 8.98 MW)			
W Steel	=	456,80	Ton
WE&O	=	102,00	Ton
Harga Baja	=	\$ 1.200,00	/ton
Kurs Rupiah	=	IDR 13.157,89	/USD
Structural Cost			
P ST	=	W Steel · Harga Baja	
	=	\$	548.159,31
Biaya Perlengkapan			
P E&O	=	W E&O · C E&O	
	=	\$	122.398,29
Biaya	=	PST + PE&O	
	=	\$	670.557,60
	=	Rp	8.823.126.233
Perhitungan Harga			
Pajak	=	9% · Biaya	
	=	\$	60.350,18
Harga Kapal	=	Biaya + Pajak	
	=	\$	730.907,78
	=	Rp	9.617.207.594

Biaya Investasi			
Biaya Tanki LNG	=	Rp 12.390.350,84	per m3
Biaya Alat Regasifikasi	=	Rp 505.848.367,00	per unit
Biaya Genset	=	Rp 12.065.789,44	per Kw
Biaya Instalasi Listrik	=	Rp 1.171.052.628,30	per kms

Biaya Operasional			
Gaji Crew	=	Rp 1.850.400.000,00	/Tahun
Jumlah Crew	=	22	
Repair & Maintenance	=	5% dari biaya kapal	
	=	Rp 480.860.379,71	
Asuransi Kapal	=	1,5% dari biaya kapal	
	=	Rp 144.258.114	
Supplies Crew	=	Rp 50.000,00	/orang/hari
	=	Rp 363.000.000,00	/orang/tahun
Harga Fresh Water	=	Rp 12.545.280	liter /tahun
Dokumen & Administrasi	=	Rp 500.000,00	/hari
	=	Rp 165.000.000,00	/Tahun
Biaya Bahan Bakar	=	Rp 20.981.904.779,16	/Tahun
Regasifikasi	=	Rp 2.098.190.477,92	/Tahun
Suplai LNG	=	Rp 5.240.296.240,55	/Tahun
<b>Total Opsional Cost</b>	=	<b>Rp 31.336.455.271,24</b>	<b>/Tahun</b>

<b>Biaya Pengeluaran Kapal 2</b>	=	Rp 44.992.560.524,20	/Tahun
	=	Rp 136.341.092,50	/hari

### Input Biaya

Tanki LNG	120,000 m3	\$ 113.00	juta US\$.
	1 m3	\$ 0.0009417	juta US\$.
		\$ 941.67	US\$
Alat Regasifikasi		\$ 38,444	US\$
Biaya Genset		\$ 917	\$ per Kw
Biaya Instalasi Listrik	200 kms	\$ 89,000.0	US\$
	1 kms	\$ 445.0	US\$
Regasifikasi	1 MMBTU	\$ 1.60	US\$

Terminal penerima LNG..., Reza Sukarhardja, FT UI, 2009.

Dananto Adi Nugroho "Cost Effective pada Sistem Regasifikasi Liquefied U.S. Energy Information Administration | Updated Capital Cost Estima RUPIL\_PLN\_2013\_-\_2022 (Kepulauan Riau)

Regasifikasi Arun Disepakati Sebesar US\$1,2-1,6 per MMBTU h

## 11. Perhitungan Teknik kapal PLT 3

Data Kapal Pemandang											
No	Nama kapal	Daya	L	B	H	T	L/B	L/H	B/T	B/H	T/H
1	Dynami III	48	69	18	4,3	2,2	3,8	16,2	8,2	4,2	0,5
2	72 MW Floating Diesel power plant	72	62,9	31,8	4,8	2,9	2,0	13,1	11,0	6,6	0,6
3	124 MW Floating Diesel power plant	124	85,1	31,8	5,4	3,5	2,7	15,8	9,2	5,9	0,6
4	128 MW Floating Diesel power plant	142	92,5	31,8	5,4	3,5	2,9	17,1	9,2	5,9	0,6

Data Spesifikasi Genset		
Spesifikasi Generator Set		
Merk	Kawasaki Gas Turbin Generator Set	
Gas Turbine Model	M1A-13A	
Gas Turbine Generator Model	GPB15	
Maximum Continuos Electric Output	1.090	Kw
Heat Rate	16.660	kJ/kW-hr
Fuel Type	Natural Gas	
Weight	11	ton
Perencanaan Mesin Genset		
Kebutuhan listrik total	950	Kw
Genset yang diperlukan	2x1090	Kw
Total	2180	Kw

**Berat Komponen Listrik dan Titik Berat**

[ Referensi : Ship Design for Efficiency and Economy, Schneekluth]

**1. Berat Komponen Listrik Utama****1.1 Kawasaki Gas Turbin Generator Set**

$$W_{GS} = 22 \quad [\text{ton}] \quad ; \text{ untuk 2 genset}$$

**1.2 Filter House**

$$W_{FH} = 27 \quad [\text{ton}]$$

**1.3 Tiang Instalasi Listrik**

$$0,35 \text{ ton}$$

**1.4 Vaporizer**

$$W_{VAPO} = 0,674 \quad [\text{ton}]$$

**Total Berat Peralatan**

$$\begin{aligned} W_{\text{Komponen}} &= W_{GS} + W_{FH} + W_{VAPO} + \text{Wtiang Listrik} \\ &= \mathbf{99,70} \quad [\text{ton}] \end{aligned}$$

**2. Titik berat komponen listrik****1 Titik berat Genset**

$$KG_{GS} = 5,6 \text{ m} \quad \quad \quad KG = H + (0,5 \cdot H_{\text{genset}})$$

$$LCG_{GS} = 15,2 \text{ m} \quad \quad \quad LCG = L + (0,5 \cdot L_{\text{genset}}) \text{ dari FP}$$

**2 Filter House**

$$KG_{FH} = 6,925 \text{ m}$$

$$LCG_{FH} = 16 \text{ m}$$

**3 Tiang Instalasi Listrik**

$$KG_{tl} = 9,2 \text{ m}$$

$$LCG_{tl} = 31,2 \text{ m}$$

**4 Vaporizer**

$$KG_{VAPO} = 5,9642 \text{ m}$$

$$LCG_{VAPO} = 26,40 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} KG_{\text{Komponen}} &= \frac{KG_{GS} \cdot W_{GS} + KG_{FH} \cdot W_{FH} + KG_{VAPO} \cdot W_{VAPO}}{W_{GS} + W_{FH} + W_{VAPO}} \\ &= 6,3 \text{ m} \end{aligned}$$

$$LCG_{\text{Komponen}} = \frac{LCG_{GS} \cdot W_{GS} + LCG_{FH} \cdot W_{FH} + LCG_{VAPO} \cdot W_{VAPO}}{W_{GS} + W_{FH} + W_{VAPO}}$$

$$= 15,89 \text{ m}$$

**Perhitungan Berat Baja Harvald & Jensen Method ( 1992 )**

**Referensi**

Schneecluth Hal. 154

No.	Type kapal	CSO
1	Bulk carriers	0,07
2	Cargo ship (1 deck)	0,07
3	Cargo ship (2 decks)	0,076
4	Cargo ship (3 decks)	0,082
5	Passenger ship	0,058
6	Product carriers	0,0664
7	Reefers	0,0609
8	Rescue vessel	0,0232
9	Support vessels	0,0974
10	Tanker	0,0752
11	Train ferries	0,65
12	Tugs	0,0892
13	VLCC	0,0645

**Koefisien titik berat**

No.	Type kapal	C <sub>KG</sub>
1	Passanger ship	0.67 – 0.72
2	Large cargo ship	0.58 – 0.64
3	Small cargo ship	0.60 – 0.80
4	Bulk carrier	0.55 – 0.58
5	Tankers	0.52 – 0.54

**Input Data**

Panjang Kapal (L) = 47,4 m  
 Lebar Kapal (B) = 16,4 m  
 Tinggi Kapal (H) = 3,8 m

8,066017

**Volume Deck House (V<sub>DH</sub>)**

1. Volume Layer 1 (V<sub>DH1</sub>)

Panjang Layer 1 (ℓ<sub>DH1</sub>) = 21% · L = 9,9 m ; 19%  
 Lebar Layer 1 (b<sub>DH1</sub>) = B - 2 ; 2m = gangway = 14,9 m  
 Tinggi Layer 1 (t<sub>DH1</sub>) = 2,5 m ; asumsi  
 Volume Layer 1 (V<sub>DH1</sub>) = ℓ<sub>DH1</sub> · b<sub>DH1</sub> · t<sub>DH1</sub> = 336 m<sup>3</sup>

2. Volume Layer 2 (V<sub>DH2</sub>)

Panjang Layer 2 (ℓ<sub>DH2</sub>) = 17% · L = 8,01 m ; 0,189685  
 Lebar Layer 2 (b<sub>DH2</sub>) = B - 2 ; 2m = gangway = 14,9 m  
 Tinggi Layer 2 (t<sub>DH2</sub>) = 2,5 m ; asumsi  
 Volume Layer 2 (V<sub>DH2</sub>) = ℓ<sub>DH2</sub> · b<sub>DH2</sub> · t<sub>DH2</sub> = 336 m<sup>3</sup>

3. Volume Layer 3 (V<sub>DH3</sub>)

Panjang Layer 3 (ℓ<sub>DH3</sub>) = 17% · L = 8,01 m ; 38,4  
 Lebar Layer 3 (b<sub>DH3</sub>) = B - 4 ; 4m = gangway = 12,4 m  
 Tinggi Layer 3 (t<sub>DH3</sub>) = 2,5 m ; asumsi  
 Volume Layer 3 (V<sub>DH3</sub>) = ℓ<sub>DH3</sub> · b<sub>DH3</sub> · t<sub>DH3</sub> = 336 m<sup>3</sup>

**Volume Deck House**

$$V_{DH} = V_{DH1} + V_{DH2} + V_{DH3} = 1008 \text{ m}^3$$

**Berat Baja (W<sub>ST</sub>)**

DA = Tinggi Kapal Setelah Dikoreksi Deck House  

$$= H + \frac{V_{DH}}{L_{PP} \cdot B} = 5,11 \text{ m}$$
  
 C<sub>SO</sub> = 0,0752 t/m<sup>3</sup>  
 D = Berat Kapal = 1136,00 ton  
 U =  $\log \frac{\Delta}{100} = 1,0554$   
 C<sub>S</sub> =  $C_{SO} + 0,06 \cdot e^{-(0,5 \cdot U + 0,1 \cdot U^2 \cdot 45)} = 0,1049$

**Titik Berat Baja**

C<sub>KG</sub> = Koefisien KG Baja = 0,52  
 KG = DA · C<sub>KG</sub> = 2,657 m  
 LCG<sub>(%)</sub> = -0,15 + LCB(%) = -0,150 % L  
 LCG<sub>M</sub> = LCB(%) · L<sub>PP</sub> = -0,071 m  
 LCG<sub>PP</sub> = 0,5 · L<sub>PP</sub> - LCG<sub>M</sub> = 23,795 m

**Total Berat Baja**

$$W_{ST} = L_{PP} \cdot B \cdot DA \cdot C_S = 417,89 \text{ ton}$$

### Perhitungan Consumable dan Kru

#### Input Data

L	=	47,4 m
B	=	16,4 m
H	=	3,8 m
T	=	1,8 m
$\rho$ LNG	=	0,46 ton/m <sup>3</sup>

#### Jumlah & Berat Crew

Crew	=	22 orang
C <sub>C&amp;E</sub>	=	0,08 ton/orang
W <sub>C&amp;E</sub>	=	Berat Kru Total
	=	$Z_c \cdot C_{c\&e}$ ; asumsi berat rata-rata manusia
	=	1,76 ton

1.090 Kw      1,09 MW      1461,71 Hp

#### Bahan Bakar Gas (LNG)

Heat Rate	=	16.660 KJ/kW-hr
	=	15.660 BTU/kW-hr
Volume	=	17.069.836 BTU
	=	484 m <sup>3</sup> ; per Jam
	=	11.606 m <sup>3</sup> ; per Hari
	=	19 m <sup>3</sup> ; per Hari (Liquified)
Berat	=	9 ton ; per Hari (Liquified)
	=	302 ton      33,9 hari
	=	657 m <sup>3</sup> 33,9 hari
	=	338 ton      37,9 hari
	=	734 m <sup>3</sup> 37,9 hari

#### Lubricating Oil

SFR	=	0,00006802 ton/kW h
MCR	=	1090 kW
Margin	=	10% ; (5% ~ 10%)
W <sub>LO'</sub>	=	$SFR \cdot MCR \cdot \frac{S}{V_s} \cdot (1 + Margin)$
	=	1,96 ton
W <sub>LO''</sub>	=	$\frac{W_{LO'} + 4\% \cdot W_{LO'}}{\pi}$ ; Diktat IGM Santosa Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas
	=	2,26 ton dan $\pi = 0.9$
V <sub>LO''</sub>	=	2,51 m <sup>3</sup>

#### Fresh Water

C <sub>w1</sub>	=	300 kg/orang hari ; Koef. untuk cuci, mandi, dan minum kru
	=	0,0125 ton/orang jam
C <sub>w2</sub>	=	0,005 ton/HP ; Koef. air tawar untuk pendingin mesin
W <sub>FW1</sub>	=	$2 \cdot C_{w1} \cdot \frac{S}{V_s} \cdot Z_c$ ; Berat air tawar untuk mandi, cuci, minum
	=	39,6 ton ; asumsi S/V adalah 3 hari
W <sub>FW2</sub>	=	$2 \cdot C_{w2} \cdot BHP$ ; Berat air tawar untuk pendingin mesin
	=	14,6 ton
W <sub>FW total</sub>	=	(W <sub>FW1</sub> + W <sub>FW2</sub> )
	=	54,22 ton
W <sub>FW</sub>	=	$W_{FW total} + 2\% \cdot W_{FW total}$ ; terdapat penambahan koreksi 2%
	=	55,30 ton

#### Provision & Store

C <sub>PR</sub>	=	5 kg/orang l ; Koef. Provision & Store
	=	0,00020833 ton/ orang jam
W <sub>PR</sub>	=	$2 \cdot C_p \cdot \frac{S}{V_s} \cdot Z_c$ ; Berat Provision & Store dan asumsi S/V 1 hari
	=	0,22 ton

#### Total Berat Consumable and Crew (W<sub>cons</sub>)

$$= W_{LO} + W_{PR} + W_{FW} + W_{gas Fuel} + W_{C\&E}$$

$$= 397,13 \text{ ton}$$

## 12. Investasi kapal 3

Investasi Kapal 3			
Power Barge (2 x 1.09 MW)			
W Steel	=	417,89	Ton
WE&O	=	116,14	Ton
Harga Baja	=	\$ 1.200,00	/ton
Kurs Rupiah	=	IDR 13.157,89	/USD
Structural Cost			
P ST	=	W Steel · Harga Baja	
	=	\$	501.465,62
Biaya Perlengkapan			
P E&O	=	W E&O · C E&O	
	=	\$	139.372,30
Biaya	=	PST + PE&O	
	=	\$	640.837,92
	=	Rp	8.432.077.806
Perhitungan Harga			
Pajak	=	9% · Biaya	
	=	\$	57.675,41
Harga Kapal	=	Biaya + Pajak	
	=	\$	698.513,33
	=	Rp	9.190.964.809

Biaya Investasi			
Biaya Tanki LNG	=	Rp 12.390.350,84	per m3
Biaya Alat Regasifikasi	=	Rp 505.848.367,00	per unit
Biaya Genset	=	Rp 12.065.789,44	per Kw
Biaya Instalasi Listrik	=	Rp 1.171.052.628,30	per kms

Biaya Operasional			
Gaji Crew	=	Rp 1.850.400.000,00	/Tahun
Jumlah Crew	=	22	
Repair & Maintenance	=	5% dari harga kapal	
	=	Rp	459.548.240,45
Asuransi Kapal	=	1,5% dari biaya kapal	
	=	Rp	137.864.472
Supplies Crew	=	Rp 50.000,00	/orang/hari
	=	Rp 363.000.000,00	/orang/tahun
Harga Fresh Water	=	Rp 12.545.280	liter /tahun
Dokumen & Administrasi	=	Rp 500.000,00	/hari
	=	Rp 165.000.000,00	/Tahun
Biaya Bahan Bakar	=	Rp 309.074.232,60	/Tahun
Regasifikasi	=	Rp 30.907.423,26	/Tahun
Suplai LNG	=	Rp 3.563.860.170,57	/Tahun
<b>Total Operasional Cost</b>	<b>=</b>	<b>Rp 6.892.199.819,02</b>	<b>/Tahun</b>

Biaya Pengeluaran Kapal 3	=	Rp 9.412.309.699,31	/Tahun
	=	Rp 28.522.150,60	/hari

### 13. Perhitungan Teknik kapal PLT 4

Data Kapal Pemanding											
No	Nama kapal	Daya	L	B	H	T	L/B	L/H	B/T	B/H	T/H
1	Dynami III	48	69	18	4,3	2,2	3,8	16,2	8,2	4,2	0,5
2	1MW Floating Diesel power p	72	62,9	31,8	4,8	2,9	2,0	13,1	11,0	6,6	0,6
3	3MW Floating Diesel power p	124	85,1	31,8	5,4	3,5	2,7	15,8	9,2	5,9	0,6
4	4MW Floating Diesel power p	142	92,5	31,8	5,4	3,5	2,9	17,1	9,2	5,9	0,6

Data Spesifikasi Genset		
Spesifikasi Generator Set		
Merk	Kawasaki Gas Turbin Generator Set	
Gas Turbine Model	M1A-13A	
Gas Turbine Generator Model	GPB15	
Maximum Continuos Electric Output	1.090	Kw
Heat Rate	16.660	kJ/kW-hr
Fuel Type	Natural Gas	
Weight	11	ton
Perencanaan Mesin Genset		
Kebutuhan listrik total	950	Kw
Genset yang diperlukan	2x1090	Kw
Total	2180	Kw

## Perhitungan Berat Baja Harvald & Jensen Method ( 1992 )

### Referensi

Schneecluth Hal. 154

No.	Type kapal	CSO
1	Bulk carriers	0,07
2	Cargo ship (1 deck)	0,07
3	Cargo ship (2 decks)	0,076
4	Cargo ship (3 decks)	0,082
5	Passenger ship	0,058
6	Product carriers	0,0664
7	Reefers	0,0609
8	Rescue vessel	0,0232
9	Support vessels	0,0974
10	Tanker	0,0752
11	Train ferries	0,65
12	Tugs	0,0892
13	VLCC	0,0645

### Koefisien titik berat

No.	Type kapal	C <sub>KG</sub>
1	Passanger ship	0.67 – 0.72
2	Large cargo ship	0.58 – 0.64
3	Small cargo ship	0.60 – 0.80
4	Bulk carrier	0.55 – 0.58
5	Tankers	0.52 – 0.54

### Input Data

Panjang Kapal (L) = 47,4 m  
 Lebar Kapal (B) = 16,4 m  
 Tinggi Kapal (H) = 3,8 m

8,066017

### Volume Deck House (V<sub>DH</sub>)

#### 1. Volume Layer 1 (V<sub>DH1</sub>)

Panjang Layer 1 (ℓ<sub>DH1</sub>) = 21% · L = 9,9 m ; 19%  
 Lebar Layer 1 (b<sub>DH1</sub>) = B - 2 ; 2m = gangway = 14,9 m  
 Tinggi Layer 1 (t<sub>DH1</sub>) = 2,5 m ; asumsi  
 Volume Layer 1 (V<sub>DH1</sub>) = ℓ<sub>DH1</sub> · b<sub>DH1</sub> · t<sub>DH1</sub> = 336 m<sup>3</sup>

#### 2. Volume Layer 2 (V<sub>DH2</sub>)

Panjang Layer 2 (ℓ<sub>DH2</sub>) = 17% · L = 8,0 m ; 0,189685  
 Lebar Layer 2 (b<sub>DH2</sub>) = B - 2 ; 2m = gangway = 14,9 m  
 Tinggi Layer 2 (t<sub>DH2</sub>) = 2,5 m ; asumsi  
 Volume Layer 2 (V<sub>DH2</sub>) = ℓ<sub>DH2</sub> · b<sub>DH2</sub> · t<sub>DH2</sub> = 336 m<sup>3</sup>

#### 3. Volume Layer 3 (V<sub>DH3</sub>)

Panjang Layer 3 (ℓ<sub>DH3</sub>) = 17% · L = 8,0 m ; 38,4  
 Lebar Layer 3 (b<sub>DH3</sub>) = B - 4 ; 4m = gangway = 14,9 m  
 Tinggi Layer 3 (t<sub>DH3</sub>) = 2,5 m ; asumsi  
 Volume Layer 3 (V<sub>DH3</sub>) = ℓ<sub>DH3</sub> · b<sub>DH3</sub> · t<sub>DH3</sub> = 336 m<sup>3</sup>

### Volume Deck House

$$V_{DH} = V_{DH1} + V_{DH2} + V_{DH3} = 1008 \text{ m}^3$$

### Berat Baja (W<sub>ST</sub>)

DA = Tinggi Kapal Setelah Dikoreksi Deck House  

$$DA = H + \frac{V_{DH}}{L_{PP} \cdot B} = 5,11 \text{ m}$$
  
 C<sub>SO</sub> = 0,0752 t/m<sup>3</sup>  
 D = Berat Kapal = 1136,00 ton  
 U =  $\log \frac{\Delta}{100} = 1,0554$   
 C<sub>S</sub> = C<sub>SO</sub> + 0,06 · e<sup>-(0,5·U+0,1·U<sup>2</sup>+0,45)}</sup> = 0,1049

### Total Berat Baja

$$W_{ST} = L_{PP} \cdot B \cdot DA \cdot C_S = 417,89 \text{ ton}$$

### Titik Berat Baja

C<sub>KG</sub> = Koefisien KG Baja = 0,52  
 KG = DA · C<sub>KG</sub> = 2,657 m  
 LCG<sub>(%)</sub> = -0,15 + LCB(%) = -0,150 % L  
 LCG<sub>M</sub> = LCB(%) · L<sub>PP</sub> = -0,071 m  
 LCG<sub>PP</sub> = 0,5 · L<sub>PP</sub> - LCG<sub>M</sub> = 23,795 m



### Perhitungan Consumable dan Kru

#### Input Data

L	=	47,4 m
B	=	16,4 m
H	=	3,8 m
T	=	1,8 m
$\rho$ LNG	=	0,46 ton/m <sup>3</sup>

#### Jumlah & Berat Crew

Crew	=	22 orang
C <sub>C&amp;E</sub>	=	0,08 ton/orang
W <sub>C&amp;E</sub>	=	Berat Kru Total
	=	$Z_c \cdot C_{c\&e}$ ; asumsi berat rata-rata manusia
	=	1,76 ton

1.090 Kw      1,09 MW      1461,71 Hp

#### Bahan Bakar Gas (LNG)

Heat Rate	=	16.660 KJ/kW-hr
	=	15.660 BTU/kW-hr
Volume	=	17.069.836 BTU
	=	484 m <sup>3</sup> ; per Jam
	=	11.606 m <sup>3</sup> ; per Hari
	=	19 m <sup>3</sup> ; per Hari (Liquified)
Berat	=	9 ton ; per Hari (Liquified)
	=	302 ton      33,9 hari
	=	657 m <sup>3</sup> 33,9 hari
	=	338 ton      37,9 hari
	=	734 m <sup>3</sup> 37,9 hari

#### Lubricating Oil

SFR	=	0,00006802 ton/kW h
MCR	=	1090 kW
Margin	=	10% ; (5% ~ 10%)
W <sub>LO'</sub>	=	$SFR \cdot MCR \cdot \frac{S}{V_s} \cdot (1 + Margin)$
	=	1,96 ton
W <sub>LO''</sub>	=	$\frac{W_{LO'} + 4\% \cdot W_{LO'}}{\pi}$ ; Diklat IGM Santosa Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas
	=	2,26 ton dan $\pi = 0.9$
V <sub>LO''</sub>	=	2,51 m <sup>3</sup>

#### Fresh Water

C <sub>w1</sub>	=	300 kg/orang hari ; Koef. untuk cuci, mandi, dan minum kru
	=	0,0125 ton/orang jam
C <sub>w2</sub>	=	0,005 ton/HP ; Koef. air tawar untuk pendingin mesin
W <sub>FW1</sub>	=	$2 \cdot C_{w1} \cdot \frac{S}{V_s} \cdot Z_c$ ; Berat air tawar untuk mandi, cuci, minum
	=	39,6 ton ; asumsi S/V adalah 3 hari
W <sub>FW2</sub>	=	$2 \cdot C_{w2} \cdot BHP$ ; Berat air tawar untuk pendingin mesin
	=	14,6 ton
W <sub>FW total</sub>	=	(W <sub>FW1</sub> + W <sub>FW2</sub> )
	=	54,22 ton
W <sub>FW</sub>	=	W <sub>FW total</sub> + 2% · W <sub>FW total</sub> ; terdapat penambahan koreksi 2%
	=	55,30 ton

#### Provision & Store

C <sub>PR</sub>	=	5 kg/orang l ; Koef. Provision & Store
	=	0,00020833 ton/ orang jam
W <sub>PR</sub>	=	$2 \cdot C_p \cdot \frac{S}{V_s} \cdot Z_c$ ; Berat Provision & Store dan asumsi S/V 1 hari
	=	0,22 ton

#### Total Berat Consumable and Crew (W<sub>cons</sub>)

$$= W_{LO} + W_{PR} + W_{FW} + W_{gas\ Fuel} + W_{C\&E}$$

$$= 397,13 \text{ ton}$$

#### 14. Investasi kapal 4

Investasi Kapal 4			
Power Barge (2 x 1.09 MW)			
W Steel	=	417,89	Ton
WE&O	=	116,14	Ton
Harga Baja	=	\$ 1.200,00	/ton
Kurs Rupiah	=	IDR 13.157,89	/USD
Structural Cost			
P ST	=	W Steel · Harga Baja	
	=	\$	501.465,62
Biaya Perlengkapan			
P E&O	=	W E&O · C E&O	
	=	\$	139.372,30
Biaya	=	PST + PE&O	
	=	\$	640.837,92
	=	Rp	8.432.077.806
Perhitungan Harga			
Pajak	=	9% · Biaya	
	=	\$	57.675,41
Harga Kapal	=	Biaya + Pajak	
	=	\$	698.513,33
	=	Rp	9.190.964.809

Biaya Investasi			
Biaya Tanki LNG	=	Rp 12.390.350,84	per m3
Biaya Alat Regasifikasi	=	Rp 505.848.367,00	per unit
Biaya Genset	=	Rp 12.065.789,44	per Kw
Biaya Instalasi Listrik	=	Rp 1.171.052.628,30	per kms

U.S. Energy Information Administration | Updated Capital Cost Estimates for Utility Scale Electricity Generating Plants

Biaya Operasional			
<b>Gaji Crew</b>	=	Rp 1.850.400.000,00	/Tahun
Jumlah Crew	=	22	
<b>Repair &amp; Maintenance</b>	=	5% dari harga kapal	
	=	Rp 459.548.240,45	
<b>Asuransi Kapal</b>	=	1,5% dari harga kapal	
	=	Rp 137.864.472	
<b>Supplies Crew</b>	=	Rp 50.000,00	/orang/hari
	=	Rp 363.000.000,00	/orang/tahun
<b>Harga Fresh Water</b>	=	Rp 12.545.280	liter /tahun
<b>Dokumen &amp; Administrasi</b>	=	Rp 500.000,00	/hari
	=	Rp 165.000.000,00	/Tahun
<b>Biaya Bahan Bakar</b>	=	Rp 309.074.232,60	/Tahun
<b>Regasifikasi</b>	=	Rp 30.907.423,26	/Tahun
<b>Suplai LNG</b>	=	Rp 3.563.860.170,57	/Tahun
<b>Total Operasional Cost</b>	=	Rp 6.892.199.819,02	/Tahun

### 15. Biaya Gabungan

No	Daftar Pulau	Kebutuhan Listrik (MW/tahun)	Kebutuhan LNG (ton/tahun)	Nama Kapal	Kapasitas Daya Kapal (MW)	Total Biaya Pengeluaran Power Barge (/tahun)	Biaya Unit (Rp/ton.tahun)	Biaya Unit (Rp/Kwh)
1	P. Sapudi	446	3.547	Kapal 1	1,45	Rp 15.533.100.717,17	Rp 4.379.222,08	Rp 1.384,24
2	P. Raas	2.393	19.166	Kapal 2	8,98	Rp 44.992.560.524,20	Rp 2.347.519,59	Rp 742,03
3	P. Tonduk	313	2.936	Kapal 3	1,09	Rp 9.412.309.699,31	Rp 3.205.827,55	Rp 1.013,34
4	P. Guwa-Guwa	297	2.936	Kapal 4	1,09	Rp 9.443.537.769,40	Rp 3.216.463,82	Rp 1.016,70
<b>Total LNG Terangkut</b>			<b>28.585</b>	<b>Total Biaya</b>		<b>Rp 79.381.508.710,07</b>	<b>Rp 2.777.033,71</b>	<b>Rp 877,80</b>

No	Daftar Pulau	Nama Kapal	Kapasitas Daya Kapal (MW)	Total Biaya Investasi Power Barge
1	P. Sapudi	Kapal 1	1,45	Rp 11.336.319.585,08
2	P. Raas	Kapal 2	8,98	Rp 34.893.614.698,91
3	P. Tonduk	Kapal 3	1,09	Rp 6.072.328.411,64
4	P. Guwa-Guwa	Kapal 4	1,09	Rp 6.072.328.411,64

## 16. Analisis Sensitifitas

Nama Kapal	Kebutuhan LNG (ton/tahun)	Biaya Investasi	Biaya Unit (Rp/Kwh.tahun)	TDL
Kapal 1	3.547	Rp 15.533.100.717,17	Rp 1.384,24	Rp. 1,409.16
Kapal 2	19.166	Rp 44.992.560.524,20	Rp 742,03	Rp. 1,409.16
Kapal 3	2.936	Rp 9.412.309.699,31	Rp 1.013,34	Rp. 1,409.16
Kapal 4	2.936	Rp 9.443.537.769,40	Rp 1.016,70	Rp. 1,409.16
*1 ton LNG mampu memproduksi listrik sebesar			3163,64 Kwh	

Kapal 1	Rp 11,433,185,534.92	Rp 1,018.87	Rp 1,409.16	\$ 9
	Rp 12,576,504,088.41	Rp 1,120.76	Rp 1,409.16	\$ 9
	Rp 13,834,154,497.25	Rp 1,232.83	Rp 1,409.16	\$ 9
	Rp 15,217,569,946.98	Rp 1,356.12	Rp 1,409.16	\$ 9
	Rp 16,739,326,941.68	Rp 1,491.73	Rp 1,409.16	\$ 9
	Rp 18,413,259,635.85	Rp 1,640.90	Rp 1,409.16	\$ 9
Kapal 1	Rp 12,436,105,381.39	Rp 1,108.25	Rp 1,409.16	\$ 14
	Rp 13,679,715,919.53	Rp 1,219.07	Rp 1,409.16	\$ 14
	Rp 15,047,687,511.48	Rp 1,340.98	Rp 1,409.16	\$ 14
	Rp 16,552,456,262.63	Rp 1,475.08	Rp 1,409.16	\$ 14
	Rp 18,207,701,888.89	Rp 1,622.58	Rp 1,409.16	\$ 14
	Rp 20,028,472,077.78	Rp 1,784.84	Rp 1,409.16	\$ 14
Kapal 1	Rp 12,837,273,319.98	Rp 1,144.00	Rp 1,409.16	\$ 16
	Rp 14,121,000,651.97	Rp 1,258.40	Rp 1,409.16	\$ 16
	Rp 15,533,100,717.17	Rp 1,384.24	Rp 1,409.16	\$ 16
	Rp 17,086,410,788.89	Rp 1,522.66	Rp 1,409.16	\$ 16
	Rp 18,795,051,867.78	Rp 1,674.92	Rp 1,409.16	\$ 16
	Rp 20,674,557,054.55	Rp 1,842.42	Rp 1,409.16	\$ 16
Kapal 1	Rp 12,837,273,319.98	Rp 1,179.75	Rp 1,409.16	\$ 18
	Rp 14,121,000,651.97	Rp 1,297.72	Rp 1,409.16	\$ 18
	Rp 15,533,100,717.17	Rp 1,427.49	Rp 1,409.16	\$ 18
	Rp 17,086,410,788.89	Rp 1,570.24	Rp 1,409.16	\$ 18
	Rp 18,795,051,867.78	Rp 1,727.27	Rp 1,409.16	\$ 18
	Rp 20,674,557,054.55	Rp 1,899.99	Rp 1,409.16	\$ 18
Kapal 1	Rp 12,837,273,319.98	Rp 1,233.37	Rp 1,409.16	\$ 21
	Rp 14,121,000,651.97	Rp 1,356.71	Rp 1,409.16	\$ 21
	Rp 15,533,100,717.17	Rp 1,492.38	Rp 1,409.16	\$ 21
	Rp 17,086,410,788.89	Rp 1,641.62	Rp 1,409.16	\$ 21
	Rp 18,795,051,867.78	Rp 1,805.78	Rp 1,409.16	\$ 21
	Rp 20,674,557,054.55	Rp 1,986.36	Rp 1,409.16	\$ 21

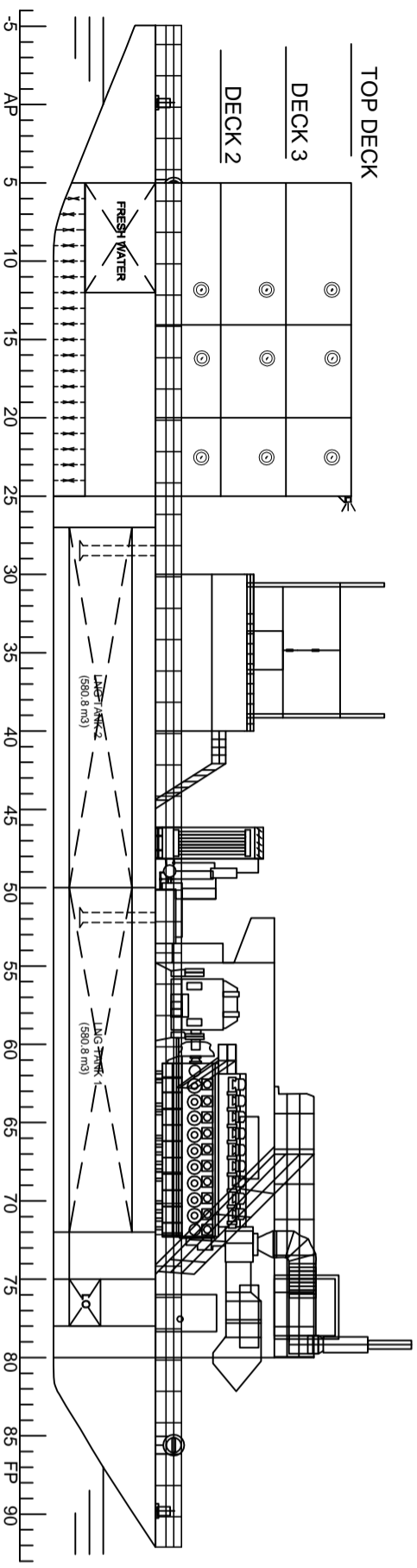
Kapal 2	Rp 29,625,684,114.94	Rp 488.60	Rp. 1,409.16	\$	9
	Rp 32,588,252,526.43	Rp 537.46	Rp. 1,409.16	\$	9
	Rp 35,847,077,779.07	Rp 591.20	Rp. 1,409.16	\$	9
	Rp 39,431,785,556.98	Rp 650.32	Rp. 1,409.16	\$	9
	Rp 43,374,964,112.68	Rp 715.35	Rp. 1,409.16	\$	9
	Rp 47,712,460,523.94	Rp 786.89	Rp. 1,409.16	\$	9
Kapal 2	Rp 35,044,564,481.45	Rp 577.97	Rp. 1,409.16	\$	14
	Rp 38,549,020,929.60	Rp 635.76	Rp. 1,409.16	\$	14
	Rp 42,403,923,022.56	Rp 699.34	Rp. 1,409.16	\$	14
	Rp 46,644,315,324.81	Rp 769.27	Rp. 1,409.16	\$	14
	Rp 51,308,746,857.30	Rp 846.20	Rp. 1,409.16	\$	14
	Rp 56,439,621,543.03	Rp 930.82	Rp. 1,409.16	\$	14
Kapal 2	Rp 37,183,934,317.52	Rp 613.25	Rp. 1,409.16	\$	16
	Rp 40,902,327,749.27	Rp 674.57	Rp. 1,409.16	\$	16
	Rp 44,992,560,524.20	Rp 742.03	Rp. 1,409.16	\$	16
	Rp 49,491,816,576.62	Rp 816.24	Rp. 1,409.16	\$	16
	Rp 54,440,998,234.28	Rp 897.86	Rp. 1,409.16	\$	16
	Rp 59,885,098,057.71	Rp 987.64	Rp. 1,409.16	\$	16
Kapal 2	Rp 39,379,668,774.67	Rp 649.46	Rp. 1,409.16	\$	18
	Rp 43,317,635,652.13	Rp 714.41	Rp. 1,409.16	\$	18
	Rp 47,649,399,217.35	Rp 785.85	Rp. 1,409.16	\$	18
	Rp 52,414,339,139.08	Rp 864.43	Rp. 1,409.16	\$	18
	Rp 57,655,773,052.99	Rp 950.88	Rp. 1,409.16	\$	18
	Rp 63,421,350,358.29	Rp 1,045.97	Rp. 1,409.16	\$	18
Kapal 2	Rp 42,630,996,994.58	Rp 703.08	Rp. 1,409.16	\$	21
	Rp 46,894,096,694.04	Rp 773.39	Rp. 1,409.16	\$	21
	Rp 51,583,506,363.44	Rp 850.73	Rp. 1,409.16	\$	21
	Rp 56,741,856,999.78	Rp 935.81	Rp. 1,409.16	\$	21
	Rp 62,416,042,699.76	Rp 1,029.39	Rp. 1,409.16	\$	21
	Rp 68,657,646,969.74	Rp 1,132.32	Rp. 1,409.16	\$	21

Kapal 3	Rp 7,698,181,393.37	Rp 828.79	Rp. 1,409.16	\$	9
	Rp 8,467,999,532.71	Rp 911.67	Rp. 1,409.16	\$	9
	Rp 9,314,799,485.98	Rp 1,002.84	Rp. 1,409.16	\$	9
	Rp 10,246,279,434.58	Rp 1,103.12	Rp. 1,409.16	\$	9
	Rp 11,270,907,378.04	Rp 1,213.43	Rp. 1,409.16	\$	9
	Rp 12,397,998,115.84	Rp 1,334.78	Rp. 1,409.16	\$	9
Kapal 3	Rp 7,778,004,284.02	Rp 837.39	Rp. 1,409.16	\$	14
	Rp 8,555,804,712.42	Rp 921.12	Rp. 1,409.16	\$	14
	Rp 9,411,385,183.67	Rp 1,013.24	Rp. 1,409.16	\$	14
	Rp 10,352,523,702.03	Rp 1,114.56	Rp. 1,409.16	\$	14
	Rp 11,387,776,072.24	Rp 1,226.02	Rp. 1,409.16	\$	14
	Rp 12,526,553,679.46	Rp 1,348.62	Rp. 1,409.16	\$	14
Kapal 3	Rp 7,778,768,346.54	Rp 837.47	Rp. 1,409.16	\$	16
	Rp 8,556,645,181.19	Rp 921.21	Rp. 1,409.16	\$	16
	Rp 9,412,309,699.31	Rp 1,013.34	Rp. 1,409.16	\$	16
	Rp 10,353,540,669.24	Rp 1,114.67	Rp. 1,409.16	\$	16
	Rp 11,388,894,736.16	Rp 1,226.14	Rp. 1,409.16	\$	16
	Rp 12,527,784,209.78	Rp 1,348.75	Rp. 1,409.16	\$	16
Kapal 3	Rp 7,841,862,596.54	Rp 844.26	Rp. 1,409.16	\$	18
	Rp 8,626,048,856.20	Rp 928.69	Rp. 1,409.16	\$	18
	Rp 9,488,653,741.82	Rp 1,021.56	Rp. 1,409.16	\$	18
	Rp 10,437,519,116.00	Rp 1,123.71	Rp. 1,409.16	\$	18
	Rp 11,481,271,027.60	Rp 1,236.08	Rp. 1,409.16	\$	18
	Rp 12,629,398,130.36	Rp 1,359.69	Rp. 1,409.16	\$	18
Kapal 3	Rp 7,889,756,330.93	Rp 849.42	Rp. 1,409.16	\$	21
	Rp 8,678,731,964.03	Rp 934.36	Rp. 1,409.16	\$	21
	Rp 9,546,605,160.43	Rp 1,027.79	Rp. 1,409.16	\$	21
	Rp 10,501,265,676.47	Rp 1,130.57	Rp. 1,409.16	\$	21
	Rp 11,551,392,244.12	Rp 1,243.63	Rp. 1,409.16	\$	21
	Rp 12,706,531,468.53	Rp 1,367.99	Rp. 1,409.16	\$	21

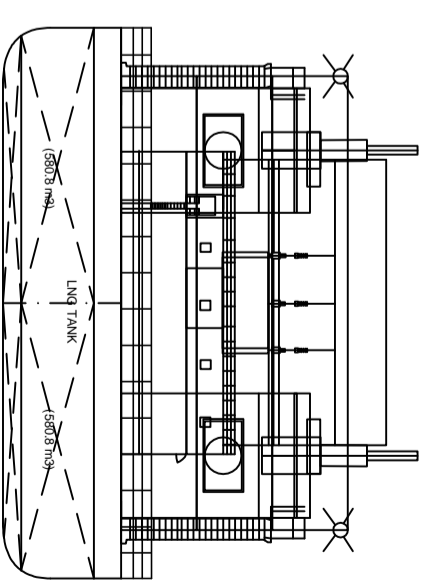
Kapal 4	Rp 7,723,989,715.76	Rp 831.57	Rp. 1,409.16	\$	9
	Rp 8,496,388,687.33	Rp 914.73	Rp. 1,409.16	\$	9
	Rp 9,346,027,556.07	Rp 1,006.20	Rp. 1,409.16	\$	9
	Rp 10,280,630,311.67	Rp 1,106.82	Rp. 1,409.16	\$	9
	Rp 11,308,693,342.84	Rp 1,217.50	Rp. 1,409.16	\$	9
	Rp 12,439,562,677.13	Rp 1,339.25	Rp. 1,409.16	\$	9
Kapal 4	Rp 7,803,812,606.41	Rp 840.16	Rp. 1,409.16	\$	14
	Rp 8,584,193,867.05	Rp 924.18	Rp. 1,409.16	\$	14
	Rp 9,442,613,253.75	Rp 1,016.60	Rp. 1,409.16	\$	14
	Rp 10,386,874,579.13	Rp 1,118.26	Rp. 1,409.16	\$	14
	Rp 11,425,562,037.04	Rp 1,230.08	Rp. 1,409.16	\$	14
	Rp 12,568,118,240.75	Rp 1,353.09	Rp. 1,409.16	\$	14
Kapal 4	Rp 7,804,576,668.92	Rp 840.25	Rp. 1,409.16	\$	16
	Rp 8,585,034,335.81	Rp 924.27	Rp. 1,409.16	\$	16
	Rp 9,443,537,769.40	Rp 1,016.70	Rp. 1,409.16	\$	16
	Rp 10,387,891,546.34	Rp 1,118.37	Rp. 1,409.16	\$	16
	Rp 11,426,680,700.97	Rp 1,230.20	Rp. 1,409.16	\$	16
	Rp 12,569,348,771.07	Rp 1,353.23	Rp. 1,409.16	\$	16
Kapal 4	Rp 7,867,670,918.93	Rp 847.04	Rp. 1,409.16	\$	18
	Rp 8,654,438,010.82	Rp 931.74	Rp. 1,409.16	\$	18
	Rp 9,519,881,811.90	Rp 1,024.92	Rp. 1,409.16	\$	18
	Rp 10,471,869,993.09	Rp 1,127.41	Rp. 1,409.16	\$	18
	Rp 11,519,056,992.40	Rp 1,240.15	Rp. 1,409.16	\$	18
	Rp 12,670,962,691.64	Rp 1,364.17	Rp. 1,409.16	\$	18
Kapal 4	Rp 7,915,564,653.32	Rp 852.20	Rp. 1,409.16	\$	21
	Rp 8,707,121,118.65	Rp 937.42	Rp. 1,409.16	\$	21
	Rp 9,577,833,230.52	Rp 1,031.16	Rp. 1,409.16	\$	21
	Rp 10,535,616,553.57	Rp 1,134.27	Rp. 1,409.16	\$	21
	Rp 11,589,178,208.92	Rp 1,247.70	Rp. 1,409.16	\$	21
	Rp 12,748,096,029.82	Rp 1,372.47	Rp. 1,409.16	\$	21

# GENERAL ARRANGEMENT

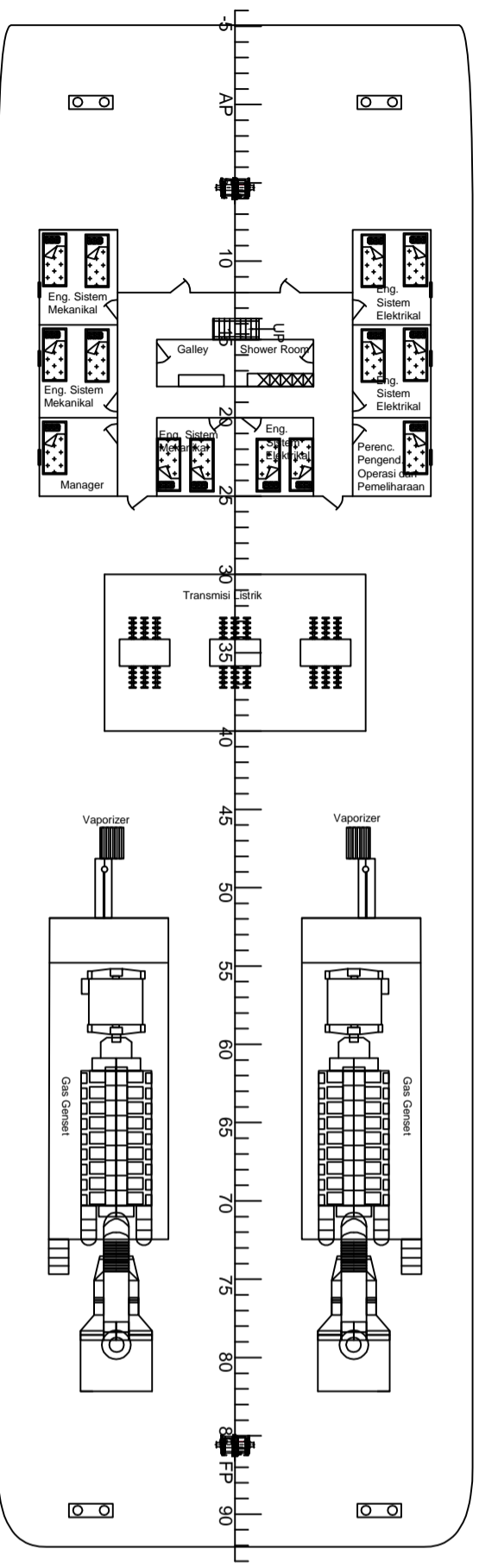
## SIDE VIEW



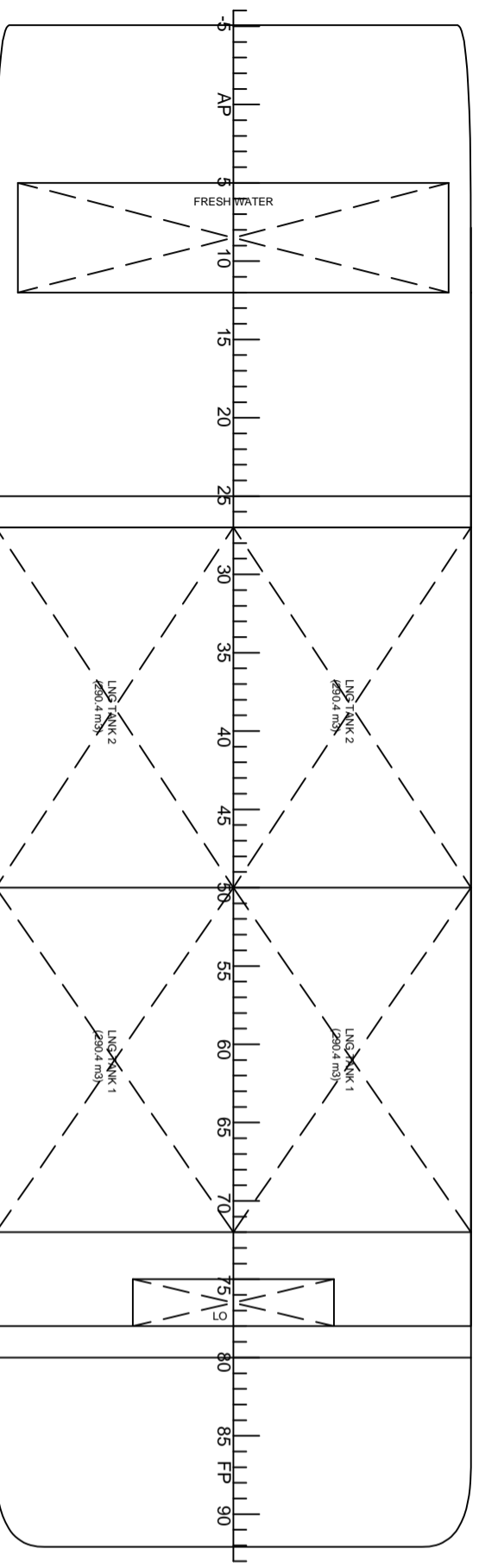
## FRONT VIEW



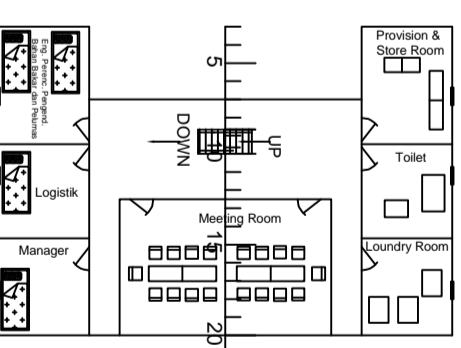
## MAIN DECK



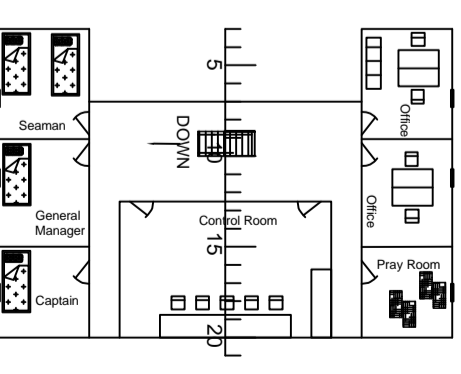
## BELOW MAIN DECK



## DECK 2



## DECK 3



PRINCIPAL DIMENSION :

LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (Lpp)	52.2 m
BREADTH MOULDED (Bm)	18.2 m
HEIGHT (H)	3.9 m
DRAUGHT (T)	1.9 m
Power Capacity	(2x8.98 MW )



SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
 FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
 DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION  
**POWER PLANT BARGE 2x8.98 MW**  
**"SUMEKAR"**

GENERAL ARRANGEMENT

Scale	: 1 : 250	NRP	NIP	Note
Drawn by	: Hamlin Taufiq Shovi	4412100003		
Supervisor	Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.	19790525 201404 1 001	1983103 0201504 1 001	<b>A3</b>



## BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

1. Kondisi eksisting di wilayah Kepulauan Sumenep :
  - a. 13 % listrik di suplai PLN Masyarakat Pulau Sapudi dan Kep. Raas P Tonduk P Guwa-Guwa belum menikmati listrik selama 24 jam
  - b. Daya listrik yang dibutuhkan di masing-masing Pulau sebesar Pulau sapudi 1.35 MW, Pulau raas 7.25 MW, Pulau tonduk 0.95 MW, dan Pulau guwa-guwa sebesar 0.90 MW
2. Penentuan pola operasi yang direncanakan adalah pola pengiriman bahan bakar LNG guna memenuhi konsumsi bahan bakar kapal pembangkit listrik pada empat lokasi yaitu di Pulau Sapudi, Pulau Raas, Pulau Tonduk, dan Pulau Guwa-Guwa. Total biaya pengiriman LNG sebesar Rp. 16,024,120,547.29/ tahun.
3. a. Ukuran Utama kapal pembangkit listrik terapung yang didapatkan adalah sebagai berikut :
  - Kapal 1 kapasitas (2x1.45 MW)  
Panjang (LPP) = 50 m  
Lebar (B) = 17.3 m  
Tinggi (H) = 3.8 m  
Sarat (T) = 1.8 m
  - Kapal 2 kapasitas (2x8.98 MW)  
Panjang (LPP) = 52.2 m  
Lebar (B) = 18.2 m  
Tinggi (H) = 3.9 m  
Sarat (T) = 1.9 m
  - Kapal 3 kapasitas (2x1.09 MW)  
Panjang (LPP) = 47.4 m  
Lebar (B) = 16.4 m  
Tinggi (H) = 3.8 m  
Sarat (T) = 1.8 m

- Kapal 4 kapasitas (2x1.09 MW)

Panjang (LPP) = 47.4 m

Lebar (B) = 16.4 m

Tinggi (H) = 3.8 m

Sarat (T) = 1.8 m

b. Estimasi biaya pembangunan kapal pembangkit listrik terapung sebagai berikut :

- Kapal 1 sebesar Rp. 114,844,171,101.10, dengan BPP= Rp. 1,384.23/Kwh
- Kapal 2 sebesar Rp. 292,600,613,776.51, dengan BPP= Rp. 742.03/Kwh
- Kapal 3 sebesar Rp. 53,915,355,490.69, dengan BPP= Rp. 1,013.33/Kwh
- Kapal 4 sebesar Rp. 54,852,197,593.33, dengan BPP= Rp. 1,016.69/Kwh

## 6.2. Saran

Beberapa saran yang bisa diberikan berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu ditinjau kembali mengenai komponen biaya karena masih menggunakan pendekatan
2. Perlu ditinjau kembali tentang konstruksi dari *Power Plant Barge*

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, D. (2011). *Perencanaan Kapal Penumpang Fiberglass dengan Menggunakan Tenaga Matahari untuk Perairan Danau*. Surabaya: Perkapalan ITS.
- Bappeda Kab. Sumenep. (2003). Sumenep.
- BMKG. (2015). *Data Tinggi Gelombang Perairan Sapudi*. Surabaya: BMKG Tanjung Perak.
- Deriktori Pulau-Pulau Kecil Indonesia. (n.d.). *Pulau Raas*. [www.ppk-kp3k.kkp.go.id](http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id).
- Direktori Pulau-Pulau Kecil Indonesia. (n.d.). *Pulau Sapudi*. [www.ppk-kp3k.kkp.go.id](http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id).
- Evan, J. (1959). *Basic Design Concept*. Jersey City: Jurnal of the American Society for Naval Engineers.
- Harun, N. (2011). Bahan Ajar Perancangan Pembangkit Tenaga Gas. 40.
- IMMA Global. (2015). Powerships. 8.
- Katadata. (2016, 6 17). *cadangan-gas-indonesia-terbesar-ke-14-dunia*. Retrieved from <http://katadata.co.id>
- Mancini, G. (2015). Electric Power by Ship. 28.
- Marsudi. (2005). *Pembangkitan Energi Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- PT. PLN (persero). (2015, Desember 2). *Siaran Pers*. Retrieved from Retrieved from PT.PLN (persero): [www.pln.co.id](http://www.pln.co.id)
- S Ataergin, V. (2015). Powership's Identity and MARPOL Convention Application. 206.
- Taggart, R. (1980). *Ship Design and Construction*. New York: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.

## DAFTAR LAMPIRAN

1. **Perhitungan Berat Baja Kapal 1**
2. **Perhitungan Berat Baja Kapal 2**
3. **Perhitungan Berat Baja Kapal 3**
4. **Perhitungan Berat Baja Kapal 4**
5. **Biaya Bahan Bakar**
6. **Biaya Pelabuhan**
7. **Perhitungan Teknik kapal PLT 1**
8. **Biaya Investasi Kapal\_1**
9. **Perhitungan Teknik kapal PLT 2**
10. **Investasi kapal 2**
11. **Perhitungan Teknik kapal PLT 3**
12. **Investasi kapal 3**
13. **Perhitungan Teknik kapal PLT 4**
14. **Investasi kapal 4**
15. **Biaya Gabungan**
16. **Analisis\_Sensitifitas**
17. **General Arrangement**

## BIODATA PENULIS



Dilahirkan di Sumenep pada 8 Juli 1993, penulis merupakan anak tunggal dari pasangan Moh. Wardi dan Almiyatun. Menempuh pendidikan mulai dari TK RA Ar-Rachman kemudian dilanjutkan di MI Hidayatushibyan Beluk Raja, MTsN Terate Pandian, dan SMA Negeri 2 Sumenep. Penulis di terima di Jurusan Transportasi Laut pada tahun 2012. Di jurusan Transportasi Laut penulis mengambil Tugas Akhir (TA) tentang pelayaran. Selama berkuliah penulis aktif dalam berbagai organisasi intra kampus seperti Himpunan Mahasiswa Transportasi Laut (HIMASEATRANS) dan juga kepanitiaan lainnya. Selain organisasi intra kampus penulis juga aktif di organisasi luar kampus seperti FOKUS ITS ( Forum Komunal Mahasiswa Sumenep ITS). Penulis juga sering mengikuti pelatihan-pelatihan untuk meningkatkan kemampuan soft skill diantaranya adalah pelatihan *marketing* seperti *Professional Insurance Marketing Programme* (PIMP) yang diadakan oleh PT. ACA (Asuransi Central Asia). Keaktifan tersebut memberikan berbagai pengalaman dan kemampuan bagi penulis untuk bisa lebih berkembang dalam hal kemampuan *soft skill*, serta menjadi nilai tambah selain kemampuan di bidang akademis. Bagi pembaca yang ingin menghubungi penulis bisa melalui alamat email: [hamimtafshils@gmail.com](mailto:hamimtafshils@gmail.com)