



**TUGAS AKHIR - MN 141581**

**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PERENCANAAN  
INDUSTRI KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK UNTUK PULAU  
TERPENCIL DI INDONESIA**

**Feisal Reynaldi  
NRP 4113100046**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**





**TUGAS AKHIR - MN 141581**

**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PERENCANAAN  
INDUSTRI KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK UNTUK PULAU  
TERPENCIL DI INDONESIA**

**Feisal Reynaldi  
NRP 4113100046**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**



**FINAL PROJECT - MN 141581**

**TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF FLOATING  
POWER PLANT INDUSTRY FOR REMOTE ISLAND IN  
INDONESIA**

**Feisal Reynaldi  
NRP 4113100046**

**Supervisor  
Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PERENCANAAN INDUSTRI KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK UNTUK PULAU TERPENCIL DI INDONESIA

### TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Industri Perkapalan  
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**FEISAL REYNALDI**  
NRP 4113100046

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing

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

Mengetahui,  
Kepala Departemen Teknik Perkapalan

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

SURABAYA, 22 JANUARI 2018

## LEMBAR REVISI

# ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PERENCANAAN INDUSTRI KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK UNTUK PULAU TERPENCIL DI INDONESIA

### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 8 Januari 2018

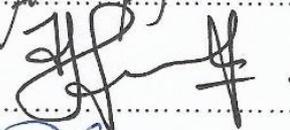
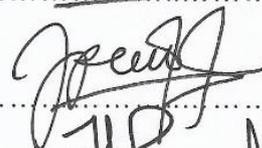
Bidang Keahlian Industri Perkapalan  
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**FEISAL REYNALDI**  
NRP 4113100046

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Heri Supomo, M. Sc.
2. Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T.
3. Imam Baihaqi, S.T., M.T.
4. Septia Hardy Sujiantanti, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M. Sc.



SURABAYA, Januari 2018

Dedicated for my parents for all the love give for me  
And for they who never give up chasing their dream

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan.
3. Seluruh dosen pengajar khususnya bidang keahlian Industri Perkapalan yang senantiasa membantu.
4. (Alm) Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D dan Ibu Sri Rejeki Wahyu Pribadi, ST. MT. sebagai dosen wali penulis.
5. Orang tua dan adik yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan..
6. PT. BSJ, Badan Pusat Statistik, Direktorat Pendayagunaan Pulau-Pulau Kecil, PT PLN, serta Karpowership Indonesia yang telah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir.
7. Teman-teman seperjuangan tugas akhir, Rizqi Sono, Ridho Prianggoro, Dimas Aldyanto, Rizain Andrian, Rizky Ramadhan, Reza Taruna, Wildan Firdaus, dan Aryo Baskoro.
8. Teman-teman P53 Submarine yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini, serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Januari 2018

Feisal Reynaldi

# **ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PERENCANAAN INDUSTRI KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK UNTUK PULAU TERPENCIL DI INDONESIA**

Nama Mahasiswa : Feisal Reynaldi  
NRP : 4113100046  
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc

## **ABSTRAK**

Indonesia memiliki sekitar 17.000 pulau dimana sebagian besar merupakan pulau-pulau kecil dengan keterbatasan infrastruktur. Dengan kondisi geografis yang berupa kepulauan tersebut Indonesia hingga Tahun 2016 memiliki rasio elektrifikasi sebesar 79.4% yang mana merupakan terendah di Asia Tenggara. Tujuan dari tugas akhir ini adalah melakukan analisa teknis dan ekonomis perencanaan industri kapal pembangkit untuk pulau terpencil di Indonesia. Pertama, dilakukan analisa pasar kapal pembangkit listrik. Kemudian, dilakukan perencanaan desain produk kapal pembangkit listrik dan kapasitas pembangkit listrik yang diperlukan. Ketiga, dilakukan perencanaan pembangunan industri termasuk pemilihan lokasi industri, proses produksi, penentuan kapasitas produksi, penentuan peralatan dan fasilitas yang diperlukan dalam proses produksi. Terakhir, dilakukan analisa ekonomis dan kelayakan investasi meliputi analisa biaya investasi pembangunan industri yaitu sebesar Rp 107,080,051,750.00 berupa biaya pembelian tanah, pembangunan, pembelian peralatan dan mesin. Hasil yang didapatkan adalah industri ini layak dengan nilai *Payback Period* pada tahun ke 10. Nilai *Net Present Value* sebesar Rp 7,039,366,380.00. Nilai *Internal Rate of Return* sebesar 11.66 %.

Kata kunci:, *Kapal pembangkit listrik. Kelayakan investasi, pembangkit listrik*

# **TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF FLOATING POWER PLANT INDUSTRY FOR REMOTE ISLAND IN INDONESIA**

Author : Feisal Reynaldi  
NRP : 4113100046  
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc

## **ABSTRACT**

Indonesia have about 17.000 island which is mostly small island with limited infrastructure. As an archipelago Indonesia has electricity ratio of 79.4% which is the lowest at South East Asia. The main purpose of this final project is to analyze technical and economic to build floating power plant industry in Indonesia. Firstly, market analysis was made by classifying some provinces with low electricity ratio. several province with low electrification ratio was identified. Secondly, design of floating power plant was conducted including main dimension and power plant capacity that required. Thirdly design of shipyard was made including shipyard location, production process, calculation of production capacity, tools and machines used in the production process. Finally, The economic and feasibility analysis was performed. Investment cost to develop this industry is about Rp 107,080,051,750.00. The result is this industry is feasible with a payback period is about 10 years. Net present value is about Rp 7,039,366,380.00. the value of internal rate of return is 11.66 %.

*Keywords: feasibility, floating power plant, investment, power plant*

## DAFTAR ISI

LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat.....	2
1.6. Hipotesis.....	3
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	5
2.1. Pembangkit Listrik .....	5
2.1.1. PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air).....	5
2.1.2. PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) .....	6
2.1.3. PLTG (Pembangkit Listrik Tenaga Gas).....	8
2.1.4. PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel).....	9
2.1.5. PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap) .....	10
2.1.6. PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) .....	11
2.1.7. PLTMG (Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas) .....	12
2.2. Kapal Pembangkit Listrik.....	13
2.2.1. Perkembangan Kapal Pembangkit Listrik .....	13
2.2.2. Karadeniz Holding.....	15
2.2.3. Wärtsilä.....	16
2.2.4. Mitsubishi Heavy Industry (MHI).....	17
2.3. Galangan Kapal .....	19
2.3.1. Sarana Pokok Galangan.....	20
2.3.2. Sarana Penunjang Galangan .....	24
2.3.3. Tata Letak Galangan.....	25
2.4. Kondisi Kelistrikan Indonesia.....	28
2.4.1. Rasio Elektrifikasi .....	28
2.4.2. Kebutuhan Listrik Indonesia .....	30
2.5. Pengertian Biaya .....	32
2.5.1. Klasifikasi Biaya .....	32
2.6. Peramalan ( <i>Forecasting</i> ) .....	33
2.7. Metode Peramalan.....	34
2.7.1. Metode Kualitatif.....	34
2.7.2. Metode Kuantitatif.....	34
2.8. Investasi.....	36

2.8.1.	Metode <i>Payback Period</i> .....	36
2.8.2.	Metode <i>Net Present Value</i> (NPV) .....	37
2.8.3.	Metode <i>Internal Rate of Return</i> (IRR) .....	37
2.9.	Analisa <i>Break Even Point</i> (BEP) .....	38
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN .....	41
3.1.	Metode yang Digunakan .....	41
3.2.	Jenis Data .....	41
3.3.	Sumber Data .....	42
3.4.	Teknik Pengumpulan Data .....	42
3.5.	Alur Penyelesaian Tugas Akhir .....	42
BAB 4	ANALISA PASAR .....	45
4.1.	Kondisi Eksisting Kapal Pembangkit Listrik .....	45
4.2.	Kondisi Kelistrikan Nasional .....	46
4.3.	Segmentasi Pasar Kapal Pembangkit Listrik .....	47
BAB 5	ANALISA TEKNIS INDUSTRI KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK .....	53
5.1.	Analisa Lokasi Industri .....	53
5.1.1.	Analisa Pemilihan Lokasi .....	53
5.1.2.	Lokasi Pertama .....	57
5.1.3.	Lokasi Kedua .....	63
5.1.4.	Pembobotan Lokasi .....	67
5.2.	Analisa Desain Kapal Pembangkit Listrik .....	69
5.2.1.	Analisa Kapasitas Pembangkit .....	69
5.2.2.	Analisa Sistem Pembangkit Listrik .....	71
5.2.3.	Sistem Khusus Kapal Pembangkit Listrik .....	73
5.2.4.	Desain Produk .....	74
5.2.5.	Perhitungan Berat Baja Kapal .....	76
5.3.	Analisa Proses Produksi .....	79
5.4.	Perencanaan Kapasitas Produksi .....	87
5.4.1.	Analisa Kebutuhan Material .....	87
5.4.2.	Penentuan Jumlah Fasilitas Produksi .....	91
5.5.	Kebutuhan SDM .....	96
5.5.1.	Tenaga Kerja Langsung .....	96
5.5.2.	Tenaga Kerja Tak Langsung .....	100
5.6.	Perencanaan Tata Letak Galangan .....	101
BAB 6	ANALISA EKONOMIS INDUSTRI KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK .....	105
6.1.	Analisa Nilai Investasi .....	105
6.2.	Analisa Biaya Operasional .....	108
6.3.	Analisa Harga Pokok Produksi .....	109
6.4.	Analisa Harga Jual .....	109
6.5.	Analisa Kelayakan Investasi .....	109
BAB 7	KESIMPULAN DAN SARAN .....	113
7.1.	Kesimpulan .....	113
7.2.	Saran .....	113
	DAFTAR PUSTAKA .....	115
	LAMPIRAN A	
	LAMPIRAN B	
	LAMPIRAN C	
	LAMPIRAN D	
	LAMPIRAN E	

LAMPIRAN F  
Biodata penulis

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cara Kerja PLTA .....	6
Gambar 2.2 Cara Kerja PLTU .....	7
Gambar 2.3 Cara Kerja PLTG .....	9
Gambar 2.4 Cara Kerja PLTD .....	10
Gambar 2.5 Cara Kerja PLTGU .....	11
Gambar 2.6 Cara Kerja PLTP .....	12
Gambar 2.7 SS. Jacona .....	14
Gambar 2.8 Karpowership .....	16
Gambar 2.9 Wärtsilä Energy Storage .....	17
Gambar 2.10 Floating Power Plant Concept .....	17
Gambar 2.11 Graving Dock .....	21
Gambar 2.12 Slipway .....	22
Gambar 2.13 Floating Dock .....	23
Gambar 2.14 Building Berth .....	23
Gambar 2.15 Syncrolift .....	24
Gambar 2.16 Damen Shipyard Layout .....	27
Gambar 2.17 Rasio Elektrifikasi Indonesia .....	28
Gambar 2.18 Persebaran Daerah Tertinggal di Indonesia .....	29
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	44
Gambar 5.1 Lokasi Pertama .....	58
Gambar 5.2 Kondisi Tanah Lokasi Pertama .....	59
Gambar 5.3 Sarana Pendidikan Formal Tahun 2012 .....	60
Gambar 5.4 Akses Jalan Lokasi Pertama .....	62
Gambar 5.5 Lokasi Kedua .....	63
Gambar 5.6 Sarana Pendidikan Formal Kabupaten Gresik .....	64
Gambar 5.7 Akses Jalan Menuju Lokasi Kedua .....	66
Gambar 5.8 Desain Kapal Pembangkit Listrik .....	76
Gambar 5.9 Straightening Machine .....	80
Gambar 5.10 CNC Cutting Machine .....	82
Gambar 5.11 Double Bottom Block .....	83
Gambar 5.12 Grand Block .....	84
Gambar 5.13 Proses Erection .....	85
Gambar 5.14 Instalasi Generator Set .....	86
Gambar 5.15 Hasil Primer Coating (kanan) .....	87
Gambar 5.16 Layout Galangan .....	102
Gambar 5.17 Layout 3 Dimensi .....	103

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kebutuhan Listrik Indonesia .....	30
Tabel 2.2 Rencana Penambahan Kapasitas Pembangkit .....	31
Tabel 4.1 Rasio Elektrifikasi Dibawah 80 % .....	46
Tabel 4.2 Rasio Elektrifikasi Beberapa Provinsi Di Indonesia .....	48
Tabel 4.3 Pulau Berpenduduk Provinsi Kepulauan Riau Tahun 2014 .....	49
Tabel 4.4 Pulau Berpenduduk Provinsi NTB Tahun 2014 .....	49
Tabel 4.5 Pulau Berpenduduk Provinsi NTT Tahun 2014 .....	50
Tabel 4.6 Jumlah Pulau Kecil Berpenduduk dan Kebutuhan Listriknya .....	51
Tabel 4.7 Justifikasi Potensi Pasar Kapal Pembangkit Listrik .....	51
Tabel 5.1 Klasifikasi Kemampuan Lahan .....	54
Tabel 5.2 Klasifikasi Penggunaan Lahan .....	55
Tabel 5.3 Klasifikasi Ketersediaan Tenaga Kerja .....	55
Tabel 5.4 Aspek Penilaian Ketersediaan Bahan Baku .....	55
Tabel 5.5 Klasifikasi Pemasaran .....	56
Tabel 5.6 Klasifikasi Rencana Tata Ruang .....	56
Tabel 5.7 Klasifikasi Kecukupan Infrastruktur .....	57
Tabel 5.8 Klasifikasi Modal .....	57
Tabel 5.9 UMK Jawa Timur Tahun 2017 .....	60
Tabel 5.10 UMK Jawa Timur Tahun 2017 .....	65
Tabel 5.11 Skala Dasar Perbandingan .....	67
Tabel 5.12 Score Factor Tiap Aspek .....	68
Tabel 5.13 Pembobotan Lokasi .....	68
Tabel 5.14 Contoh Perhitungan Kebutuhan Listrik .....	70
Tabel 5.15 Jumlah Pulau Per Kota/Kabupaten .....	71
Tabel 5.16 Main Dimension .....	74
Tabel 5.17 Komparasi Mesin .....	75
Tabel 5.18 Perhitungan Bahan Bakar .....	75
Tabel 5.19 Data Perhitungan Berat Baja Kapal .....	76
Tabel 5.20 C <sub>so</sub> Kapal .....	78
Tabel 5.21 Ukuran Utama .....	88
Tabel 5.22 Kebutuhan Material Dalam Satu Tahun .....	88
Tabel 5.23 Asumsi Kebutuhan Plat .....	89
Tabel 5.24 Perhitungan Fasilitas Penyimpanan Plat .....	89
Tabel 5.25 Perhitungan Fasilitas Penyimpanan Profil .....	90
Tabel 5.26 Perhitungan Fasilitas Penyimpanan Pipa .....	90
Tabel 5.27 Shipbuilding Chart .....	92
Tabel 5.28 Perhitungan Kebutuhan Mesin .....	93
Tabel 5.29 Kebutuhan Fasilitas di Warehouse .....	94
Tabel 5.30 Kebutuhan Fasilitas di Bengkel Persiapan .....	94
Tabel 5.31 Kebutuhan Fasilitas di Bengkel Fabrikasi .....	94
Tabel 5.32 Kebutuhan Fasilitas di Bengkel Sub Assembly .....	95
Tabel 5.33 Kebutuhan Fasilitas di Assembly Area .....	95
Tabel 5.34 Kebutuhan Fasilitas di Bengkel Cat .....	95

Tabel 5.35 Kebutuhan Fasilitas di Bengkel Listrik .....	96
Tabel 5.36 Kebutuhan Fasilitas di Erection Area.....	96
Tabel 5.37 Kebutuhan Tenaga Kerja Langsung di Gudang .....	97
Tabel 5.38 Kebutuhan Tenaga Kerja Langsung di Bengkel Persiapan .....	97
Tabel 5.39 Kebutuhan Tenaga Kerja Langsung di Bengkel Fabrikasi.....	98
Tabel 5.40 Kebutuhan Tenaga Kerja Langsung di Sub Assembly Area .....	98
Tabel 5.41 Kebutuhan Tenaga Kerja Langsung di Assembly Area .....	98
Tabel 5.42 Kebutuhan Tenaga Kerja Langsung di Bengkel Cat .....	99
Tabel 5.43 Kebutuhan Tenaga Kerja Langsung di Bengkel Listrik .....	99
Tabel 5.44 Kebutuhan Tenaga Kerja Langsung di Bengkel Listrik .....	99
Tabel 6.1 Estimasi Nilai Investasi Tanah .....	105
Tabel 6.2 Estimasi Nilai Investasi Persiapan Tanah.....	105
Tabel 6.3 Estimasi Nilai Investasi Bangunan.....	106
Tabel 6.4 Estimasi Nilai Pekerjaan Persiapan dan Instalasi .....	106
Tabel 6.5 Estimasi Nilai Investasi Peralatan .....	107
Tabel 6.6 Nilai Total Investasi .....	108
Tabel 6.7 Biaya Tidak Langsung.....	108
Tabel 6.8 Estimasi Biaya Operasional dalam 1 Tahun.....	109
Tabel 6.9 Rekapitulasi Arus Kas .....	110
Tabel 6.10 Perhitungan <i>Cash Flow</i> Industri Kapal Pembangkit Listrik.....	111
Tabel 6.11 Nilai NPV, PBP, dan IRR.....	112

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia terdiri dari sekitar tujuh belas ribu pulau yang membuat Indonesia menjadi negara kepulauan terbesar di dunia. Selain itu dua per tiga luas wilayah Indonesia pun berupa lautan. Hal ini menjadikan Indonesia memiliki sumberdaya laut yang begitu melimpah, mulai dari hasil laut hingga energi terbarukan yang ada di laut. Namun di satu sisi, wilayah Indonesia yang berupa kepulauan menyebabkan pembangunan infrastruktur dan perkembangan daerah yang tidak merata satu sama lain sehingga adanya daerah tertinggal. Hingga saat ini, masih ada 12.659 desa tertinggal yang belum memperoleh akses listrik dari jaringan Perusahaan Listrik Negara (PLN), bahkan 2.519 desa diantaranya belum teraliri listrik sama sekali. Desa-desa ini sebagian besar tersebar di Provinsi Papua dan di kawasan Indonesia Timur lainnya (Sujatmiko, 2016). Berdasarkan data dari Sekretariat Kabinet Indonesia, tahun 2015 Indonesia memiliki 122 daerah tertinggal dimana 37 daerah diantaranya berupa pulau atau kepulauan. Salah satu hal yang belum ada di daerah tertinggal ini adalah listrik, sulitnya akses menuju lokasi, keterbatasan infrastruktur, dan mahalnya biaya pembangunan pembangkit listrik menyebabkan beberapa daerah belum dialiri listrik. Meskipun ada beberapa daerah tertinggal ini sudah ada yang dialiri listrik namun hanya dialiri pada malam hari saja.

Dalam RUPTL PLN 2016-2025 dijelaskan bahwa salah satu solusi dalam mengatasi masalah kelistrikan untuk *remote area* ini adalah dengan membangun *mobile power plant*. Sehingga sebuah industri kapal pembangkit listrik yang nantinya akan memproduksi kapal pembangkit listrik yang akan digunakan di daerah yang mengalami krisis sumber listrik khususnya pulau-pulau terpencil yang sulit dijangkau dan memiliki keterbatasan infrastruktur adalah salah satu jawaban mengatasi kondisi kelistrikan ini. Karena kemampuan mobilitas dan waktu pembangunannya yang lebih singkat dibandingkan dengan pembangkit listrik di darat, menjadikan kapal pembangkit listrik ini menjadi solusi cepat dalam penyediaan sumber listrik di daerah-daerah yang mengalami krisis sumber listrik dan sangat cocok diaplikasikan di negara kepulauan seperti Indonesia. Sehingga pemerintah dapat cepat tanggap terhadap daerah yang mengalami krisis listrik.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan yang akan diselesaikan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana potensi pasar kapal listrik di Indonesia?
2. Bagaimana analisa teknis dari industri galangan kapal pembangkit listrik?
3. Bagaimana analisa ekonomis dari industri galangan kapal pembangkit listrik?
4. Bagaimana kelayakan pembangunan industri galangan kapal pembangkit listrik di Indonesia?

## **1.3. Tujuan**

Berdasarkan dari latar belakang dari Tugas Akhir ini, maka Tujuan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah:

1. Melakukan analisa potensi pasar kapal pembangkit listrik di Indonesia
2. Melakukan analisa teknis industri galangan kapal pembangkit listrik
3. Melakukan analisa ekonomis industri galangan kapal pembangkit listrik
4. Melakukan analisa kelayakan pembangunan galangan kapal pembangkit listrik

## **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kapal pembangkit listrik yang dibahas terbatas dari segi ukuran pembangkit listrik yaitu 5-10 MW
2. Desain kapal menggunakan desain yang sudah ada
3. Tidak dilakukan perhitungan untuk infrastruktur darat
4. Metode yang digunakan untuk menghitung investasi dan kembalinya investasi adalah metode NPV

## **1.5. Manfaat**

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut:

1. Secara akademisi, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat menjadi dasar pembelajaran khususnya dalam bidang kapal pembangkit listrik dan umumnya untuk bidang perkapalan.

2. Secara praktisi, diharapkan hasil dari pengerjaan Tugas Akhir ini dapat merencanakan industri kapal pembangkit listrik yang memiliki kemampuan mobilitas sehingga dapat memenuhi kebutuhan sumber listrik di daerah yang mengalami krisis listrik secara cepat.

### **1.6. Hipotesis**

Industri galangan kapal pembangkit listrik layak dan cocok diterapkan di Indonesia mengingat bentuk negara Indonesia yang berupa kepulauan dengan masih banyaknya pulau terpencil yang sulit dijangkau dan belum dialiri listrik.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB 2**

### **STUDI LITERATUR**

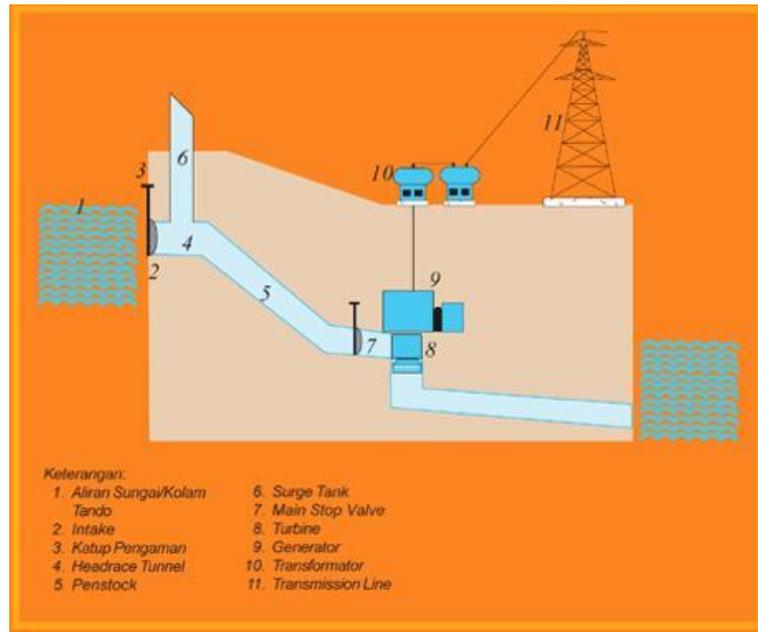
#### **2.1. Pembangkit Listrik**

Pembangkit listrik adalah bagian dari alat industri yang dipakai untuk memproduksi dan membangkitkan tenaga listrik dari berbagai sumber tenaga seperti PLTU, PLTN, PLTA, PLTS, dan lain-lain. Jenis-jenis pembangkit listrik tersebut antara lain:

##### **2.1.1. PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air)**

PLTA memanfaatkan aliran air sebagai penggerak turbin yang selanjutnya memutar generator listrik. Sumber air ini didapat dari hasil pembelokkan arah arus air sungai di daerah pegunungan tinggi oleh sebuah bendungan atau waduk yang memotong arah aliran sungai dan mengubah arah arus menuju PLTA. Dari cara membendung air, PLTA terbagi atas 2 jenis, yaitu: PLTA (Memotong Aliran Sungai) dan PLTA Kolam Tandon. Cara kerja dan peralatan yang ada PLTA dijelaskan seperti pada Gambar 2.1, air yang terbendung dalam waduk akan dialirkan melalui saluran atau terowongan tertutup atau pipa pesat sampai ke turbin, dengan melalui katup pengaman di *intake* dan katup pengatur turbin sebelum turbin. Pada saluran pipa pesat terdapat tabung peredam yang berfungsi sebagai pengaman tekanan yang tiba-tiba naik, saat katup pengatur ditutup. Air mengenai sudut-sudut turbin yang merubah energi potensial air menjadi energi gerak atau mekanik yang memutar roda turbin, yang pada gilirannya generator akan merubah energi gerak atau mekanik tersebut menjadi energi listrik. Katup pengatur turbin akan mengatur banyaknya air yang akan dialirkan ke sudut-sudut turbin sesuai kebutuhan energi listrik yang akan dibangkitkan pada putaran turbin yang tertentu.

Kelebihan dari PLTA memiliki umur yang panjang yaitu sekitar 50-100 tahun, selain itu PLTA juga ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi dan dapat digunakan juga sebagai irigasi, namun energi yang dihasilkan bisa berubah secara drastis karena bergantung pada debit air yang tersedia dan juga membutuhkan investasi dan luas lahan yang cukup besar.



Gambar 2.1 Cara Kerja PLTA  
(Sumber: fariz1996vj.blogspot)

### 2.1.2. PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap)

PLTU adalah pembangkit tenaga listrik yang menggunakan energi panas sebagai sumber energinya. Uap-uap ini terjadi di dalam boiler. Pada PLTU kemudian digunakan untuk memutar turbin yang kemudian oleh generator diubah menjadi energi listrik. PLTU menggunakan siklus uap dan air dalam pembangkitannya.

Prinsip kerja PLTU dijelaskan pada Gambar 2.2 PLTU menggunakan siklus uap dan air dalam kerjanya, mula-mula air dipompakan ke dalam pipa air yang mengelilingi ruang bakar ketel. Lalu bahan bakar dan udara yang sudah tercampur disemprotkan ke dalam ruang bakar dan dinyalakan, sehingga terjadi pembakaran yang mengubah bahan bakar menjadi energi panas/ kalor. Setelah keluar dari turbin tekanan tinggi, uap akan masuk ke dalam Pemanas Ulang yang akan menaikkan suhu uap sekali lagi dengan proses yang sama seperti di Pemanas Lanjut. Selanjutnya uap baru akan dialirkan ke dalam turbin tekanan menengah dan langsung dialirkan kembali ke turbin tekanan rendah. Energi gerak yang dihasilkan turbin tekanan tinggi, menengah dan rendah inilah yang akan diubah wujudnya dalam generator menjadi energi listrik. Dari turbin tekanan rendah uap dialirkan ke kondensor untuk diembunkan menjadi air kembali. Pada kondensor diperlukan air pendingin dalam jumlah besar. Inilah yang menyebabkan banyak PLTU dibangun di daerah pantai atau sungai.

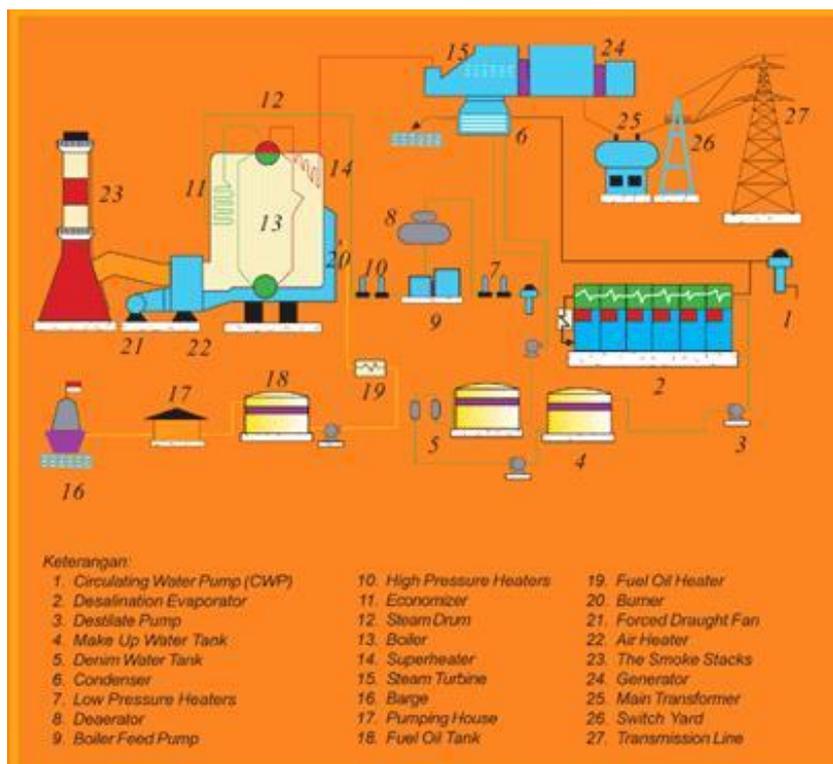
Energi primer yang digunakan oleh PLTU adalah bahan bakar yang dapat berwujud padat, cair maupun gas.

Kelebihan dari PLTU adalah:

1. Memiliki efisiensi yang tinggi
2. Daya yang dihasilkan besar
3. Bisa menggunakan segala jenis bahan bakar
4. Biaya perawatan yang murah
5. Usia mesin lebih lama

Sedangkan, kekurangan dari PLTU adalah:

1. Membutuhkan lahan yang luas
2. Membutuhkan air pendingin yang cukup banyak
3. Investasi awal yang mahal
4. Proses pembangunan lama
5. Menghasilkan emisi yang tidak ramah lingkungan.

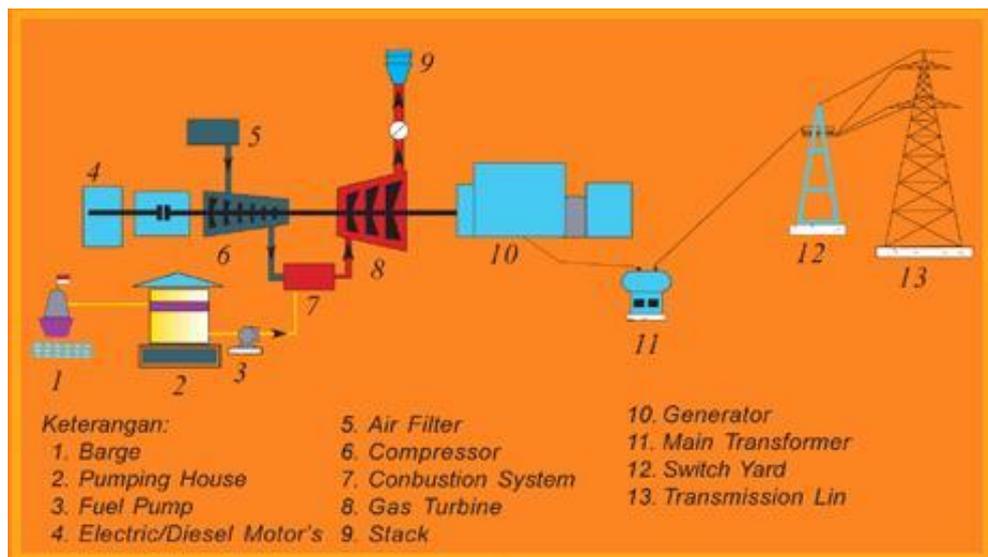


Gambar 2.2 Cara Kerja PLTU  
(Sumber: fariz1996vj.blogspot)

### 2.1.3. PLTG (Pembangkit Listrik Tenaga Gas)

PLTG memanfaatkan tekanan gas sebagai penggerak turbin generator. Gas yang berada dalam ruang bakar akan memiliki tekanan tinggi yang mampu menggerakkan turbin kemudian generator yang akan mengubahnya menjadi energi listrik. Sama halnya dengan PLTU, bahan bakar PLTG bisa berwujud cair maupun gas. Penentuan bahan bakar ini menentukan tingkat efisiensi pembakaran dan prosesnya.

Prinsip kerja dijelaskan pada Gambar 2.3 yaitu mula-mula udara dimasukkan dalam kompresor dengan melalui *air filter* atau penyaring udara agar partikel debu tidak ikut masuk dalam kompresor tersebut. Pada kompresor tekanan udara dinaikkan lalu dialirkan ke ruang bakar untuk dibakar bersama bahan bakar. Di sini, penggunaan bahan bakar menentukan apakah bisa langsung dibakar dengan udara atau tidak. Jika menggunakan BBG, gas bisa langsung dicampur dengan udara untuk dibakar. Tapi jika menggunakan BBM, harus dilakukan proses pengabutan dahulu pada burner baru dicampur udara dan dibakar. Pembakaran bahan bakar dan udara ini akan menghasilkan gas bersuhu dan bertekanan tinggi yang berenergi (*enthalpy*). Gas ini lalu disemprotkan ke turbin, hingga *enthalpy* gas diubah oleh turbin menjadi energi gerak yang memutar generator untuk menghasilkan listrik. Kelebihan dari PLTG adalah tidak membutuhkan lahan yang luas, lebih ramah lingkungan, memiliki fondasi yang lebih ringan namun memiliki biaya perawatan yang lebih mahal dan daya yang dihasilkan rendah.



Gambar 2.3 Cara Kerja PLTG  
(Sumber: fariz1996vj.blogspot)

#### 2.1.4. PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel)

PLTD menggunakan mesin diesel sebagai sumber energinya, biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam jumlah beban kecil. Mesin diesel ini menggunakan ruang bakar dimana ledakan pada ruang bakar tersebut menggerakkan piston yang kemudian pada poros engkol dirubah menjadi energi putar. Energi putar ini digunakan untuk memutar generator yang merubahnya menjadi energi listrik.

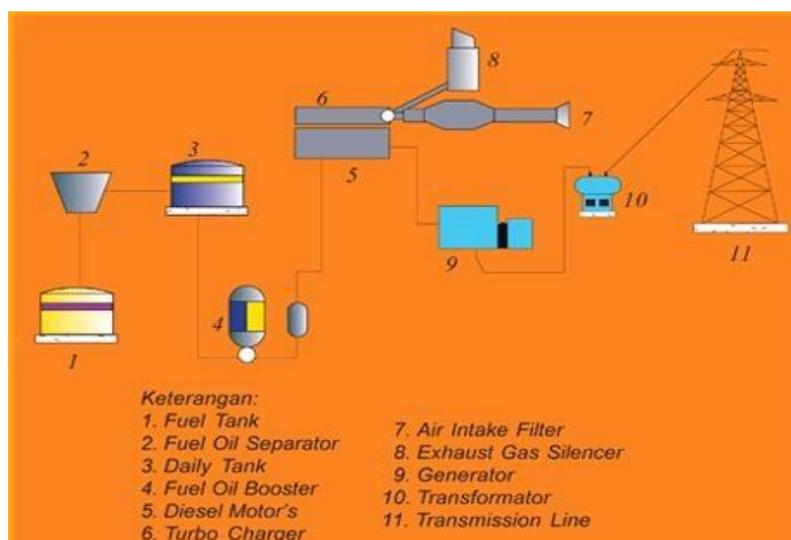
Peralatan yang dibutuhkan dalam PLTD digambarkan pada Gambar 2.4 mesin diesel terdiri dari 2 macam mesin, yaitu mesin diesel 2 langkah dan 4 langkah. Perbedaannya terletak pada langkah penghasil tenaga dalam putaran toraknya. Pada mesin 2 langkah, tenaga akan dihasilkan pada tiap 2 langkah atau 1 kali putaran. Sedang pada mesin 4 langkah, tenaga akan dihasilkan pada tiap 4 langkah atau 2 putaran. Seharusnya mesin 2 langkah dapat menghasilkan daya 2 kali lebih besar dari mesin 4 langkah, namun karena proses pembilasan ruang bakar silindernya tidak sempurna mesin 4 langkah, tenaga yang dihasilkan hanya sampai 1,8 kalinya saja.

Kelebihan dari PLTD adalah:

1. Penggunaan jenis bahan bakar menentukan tingkat efisiensi pembakaran dan prosesnya
2. Bisa ditempatkan dimana saja dengan kapasitas yang bisa disesuaikan.

Kekurangan dari PLTD adalah:

1. Menggunakan energi tak terbarukan



Gambar 2.4 Cara Kerja PLTD

(Sumber: fariz1996vj.blogspot)

### **2.1.5. PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap)**

PLTGU pada dasarnya merupakan kombinasi antara PLTG dan PLTU. Prinsip kerjanya yaitu gas buang PLTG yang bersuhu tinggi akan dimanfaatkan kembali sebagai pemanas uap di ketel penghasil uap bertekanan tinggi. Dalam operasinya, unit turbin gas dapat dioperasikan terlebih dahulu untuk menghasilkan daya listrik sementara gas buangnya berproses untuk menghasilkan uap dalam ketel pemanfaat gas buang. Setelah uap dalam ketel uap cukup banyak, uap dialirkan ke turbin uap untuk menghasilkan daya listrik.

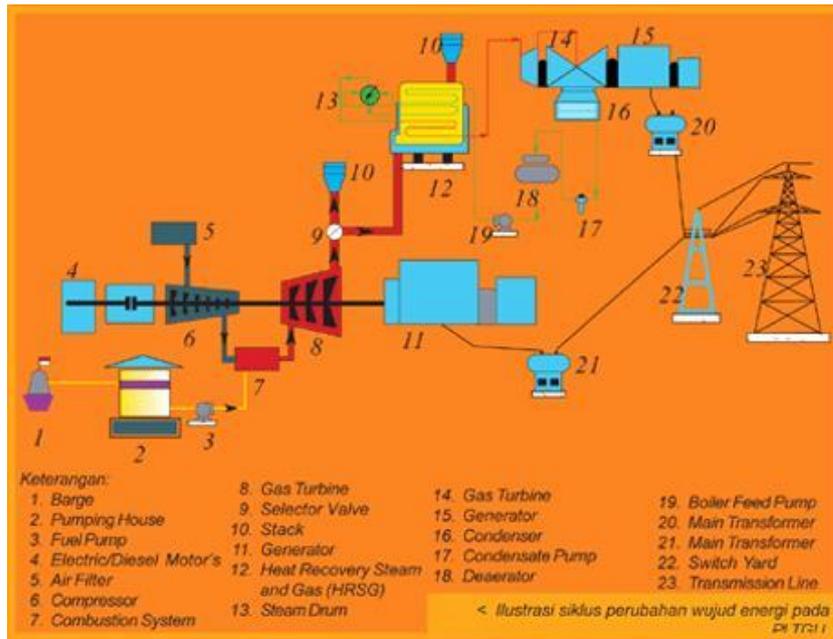
Bagian-bagian dari PLTGU digambarkan pada Gambar 2.5. Ketel uap PLTU yang memanfaatkan gas buang PLTG dikenal dengan nama *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG). Umumnya dalam satu blok PLTGU terdiri dari tiga unit PLTG, satu unit HRSG, dan satu unit PLTU. Secara umum HRSG tersebut adalah pengganti boiler pada PLTU, yang bekerja untuk menghasilkan uap. PLTU memanfaatkan energi panas dan uap dari gas buang hasil pembakaran di PLTG untuk memanaskan air di HRSG, sehingga menjadi uap jenuh kering. Uap jenuh kering inilah yang akan digunakan untuk memutar sudu (baling-baling) kemudian generator, yang akan mengubahnya menjadi energi listrik. Setelah uap dalam ketel cukup banyak, uap tersebut akan dialirkan ke turbin uap dan memutar generator untuk menghasilkan daya listrik.

Kelebihan dari PLTGU adalah:

1. Memiliki efisiensi yang tinggi
2. Daya yang dihasilkan besar
3. Dapat dibangun dengan beberapa turbin gas dan HRSG untuk satu turbin
4. Jumlah air pendingin tidak sebanyak PLTU konvensional.

Sedangkan kekurangan dari PLTGU adalah:

1. Emisi yang dihasilkan tidak ramah lingkungan karena menggunakan bahan bakar batubara
2. Membutuhkan lahan yang luas.
3. Proses pembangunan relatif lebih lama.



Gambar 2.5 Cara Kerja PLTGU  
(Sumber: fariz1996vj.blogspot)

### 2.1.6. PLTP (Pemban

PLTP mengguna  
dengan prinsip kerja p  
berasal langsung dari perut bumi. Karena itu PLTP biasanya dibangun di daerah pegunungan yang dekat dengan gunung berapi. Berdasarkan karakteristiknya, uap panas bumi untuk PLTP dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. PLTP dengan sistem *vapor dominated* (uap lebih dominan)
2. PLTP dengan sistem *hot water dominated* (air panas lebih dominan)

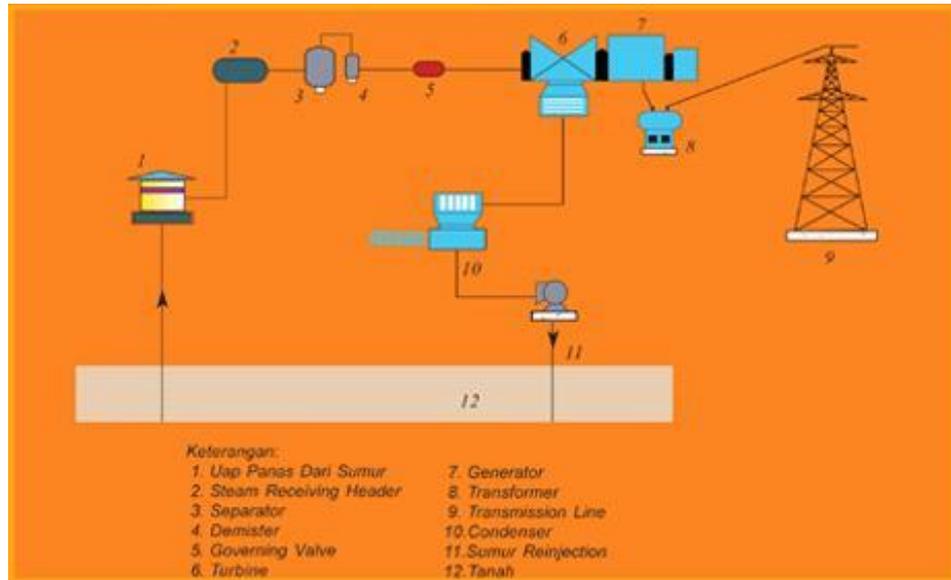
Prinsip kerja PLTP seperti digambarkan pada Gambar 2.6 adalah uap dari sumur panas bumi dialirkan menuju kantong uap, hingga uap dalam kantong akan menyembur keluar. Semburan uap dialirkan ke turbin uap penggerak generator. Setelah menggerakkan turbin, uap akan diembunkan dalam kondensor menjadi air dan disuntikkan kembali ke dalam perut bumi menuju kantong uap. Jumlah kandungan uap dalam kantong uap ini terbatas, karenanya daya PLTP yang sudah maupun yang akan dibangun harus disesuaikan dengan perkiraan jumlah kandungan tersebut.

Kelebihan dari PLTP adalah:

1. Biaya operasional lebih murah, karena tidak ada biaya untuk bahan bakar

Kekurangan PLTP adalah:

1. Biaya investasi yang besar untuk eksplorasi dan pengeboran perut bumi
2. Uap yang keluar mengandung zat-zat pengotor yang akan mengurangi efisiensi PLTP dan mencemari lingkungan.



Gambar 2.6 Cara Kerja PLTP  
(Sumber: fariz1996vj.blogspot)

### 2.1.7. PLTMG (Pembangkit Listrik Tenaga Gas)

Sebuah PLTMG terdiri dari mesin pembangkit tenaga gas dan mesin bantu, serta sistem pendukung. Mesin pembangkit tenaga gas yang terdiri dari kompresor, turbin, dan generator, sistem pendingin, sistem uap, sistem perpipaan, dan sistem kontrol. Selain itu ada juga sistem pendukung berupa sistem bahan bakar, sistem air, dan sistem perlindungan kebakaran. Pada dasarnya sistem PLTMG ini mirip dengan sistem pada PLTD namun yang membedakan adalah penggunaan bahan bakarnya dimana kebanyakan PLTMG menggunakan *dual fuel* atau *bi-fuel* karena mesin yang digunakan biasanya menggunakan dua bahan bakar. Umumnya bahan bakar yang digunakan adalah gas alam dan *High Speed Diesel* (HSD) atau *Marine Fuel Oil* (MFO).

Kelebihan dari PLTMG adalah:

1. Penggunaan gas alam lebih ekonomis dibandingkan menggunakan bahan bakar minyak HSD atau MFO
2. Pengerjaan PLTMG lebih cepat
3. Pengoperasian dan pemeliharaan yang lebih sederhana

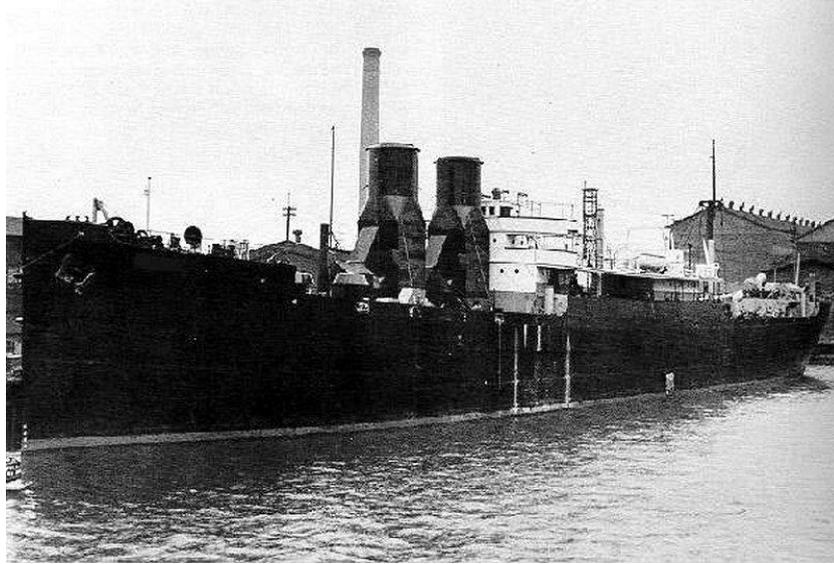
## 2.2. Kapal Pembangkit Listrik

Kapal pembangkit listrik adalah kapal yang dibuat dengan tujuan khusus yaitu sebagai pembangkit listrik terapung dengan memanfaatkan suatu energi seperti energi gelombang, uap, ataupun nuklir. Energi yang didapatkan tersebut kemudian dikonversi menjadi energi listrik yang kemudian disimpan dalam sebuah penyimpanan atau baterai sebelum dialirkan ke darat.

Pada umumnya kapal pembangkit listrik memiliki sistem penggerak sendiri untuk membantu mobilitasnya berpindah dari suatu wilayah ke wilayah lain. Namun pada beberapa kasus ada beberapa kapal pembangkit listrik yang tidak dilengkapi dengan sistem penggerak sendiri sehingga membutuhkan bantuan kapal tunda untuk mobilitasnya. Dari segi operasional, kapal pembangkit listrik ada yang memiliki penyimpanan bahan bakar sendiri namun ada juga kapal yang membutuhkan bahan bakar untuk pembangkitnya dari luar kapal, sehingga membutuhkan suplai bahan bakar dari luar misalnya dialirkan dari darat atau diperoleh dari kapal LNG atau tanker yang kemudian dialirkan ke kapal pembangkit listrik tersebut. Kapasitas yang tersedia juga beragam mulai dari 30 MW hingga 120 MW tergantung dengan kebutuhan yang diperlukan, umumnya kapal pembangkit listrik ini ditempatkan pada negara kepulauan untuk ditempatkan pada pulau yang memiliki keterbatasan infrastruktur atau dapat juga digunakan sebagai *backup power* ketika dilakukan peningkatan kapasitas pada suatu pembangkit.

### 2.2.1. Perkembangan Kapal Pembangkit Listrik

Kapal pembangkit listrik pertama dikembangkan di Amerika pada tahun 1931 yaitu *SS Jacona* seperti dapat dilihat pada Gambar 2.7. Kapal ini dibangun untuk mengatasi pembangkit listrik Amerika yang mengalami kerusakan selama badai salju. *SS Jacona* menggunakan tenaga uap sebagai pembangkit listrik dengan daya yang dihasilkan sebesar 30 MW. Setelah itu kapal pembangkit listrik dengan menggunakan energi lainnya mulai dikembangkan seperti *hybrid* yaitu menggunakan *heavy fuel* atau *natural gas*, energi nuklir, dan menggunakan gas turbin. Hingga saat ini ada sekitar 80 pembangkit listrik apung atau *floating power plant* dimana kebanyakan dari *floating power plant* tersebut menggunakan *barge* sebagai dasarnya.



Gambar 2.7 SS. Jacona  
(Sumber: navsource. 2016)

Kelebihan kapal pembangkit listrik darat adalah:

1. Mampu mensuplai
2. Merupakan aset bernilai tinggi
3. Tidak membutuhkan lahan
4. Tidak bergantung pada kualitas tanah, sehingga dapat ditempatkan dimana saja
5. Proses pembangunan yang lebih cepat.

Hingga saat ini ada sekitar 75 kapal pembangkit listrik dari berbagai perusahaan manufaktur yang tersebar di seluruh dunia dimana kebanyakan dari kapal pembangkit listrik tersebut menggunakan *dual fuel engine*.

Kapal pembangkit listrik ini menjadi solusi bagi kebanyakan negara berkembang dimana kebutuhan listrik yang ada tidak didukung oleh suplai listrik yang memadai sehingga membutuhkan pasokan listrik yang cepat dan besar serta mampu berpindah tempat. Selain digunakan untuk daerah berkembang, kapal pembangkit listrik ini juga digunakan sebagai daya tambahan ketika pembangkit listrik utama dalam proses peningkatan kapasitas atau ketika pembangkit listrik utama mengalami masalah.

Industri kapal pembangkit listrik diperkirakan akan mengalami pertumbuhan sebesar 10.35% dari tahun 2017 hingga 2023, hal ini karena kapal pembangkit listrik ini masih menjadi pilihan utama bagi negara berbentuk kepulauan untuk memenuhi kebutuhan listrik daerah yang tidak terkoneksi dengan jaringan utama. Selain itu masalah tentang global

warming, polusi, dan perubahan iklim juga mendorong penggunaan energi yang lebih ramah lingkungan. Selain itu dengan bertambahnya jumlah penduduk yang membutuhkan lahan untuk tempat tinggal mendorong industri kapal pembangkit listrik ini yang tidak membutuhkan lahan di darat. Keberadaan pembangkit listrik darat juga membutuhkan ketersediaan lahan yang luas dan juga mampu mempengaruhi substansi di sekitar lokasi pembangkit, misalnya kualitas udara, tanah, dan air. Selain itu kapal pembangkit listrik juga lebih aman dari ancaman gempa bumi, pergeseran tanah, dan juga lebih cepat dari segi waktu pembangunan. (Market Research Future, 2017)

### **2.2.2. Karadeniz Holding**

Karadeniz Holding merupakan perusahaan asal Turki yang berdiri sejak tahun 1948, awalnya perusahaan ini bergerak di bidang alat berat untuk industri kemudian berkembang ke berbagai bidang seperti bidang energi, real estate, dan pariwisata.

Karadeniz Holding memiliki anak perusahaan yaitu Karadeniz Energy yang bergerak di bidang energi sejak tahun 1996. Pada tahun 1999 Karadeniz Energy membuat pembangkit listrik pertamanya di Sirnak, Turki dan kemudian terus berkembang hingga sekarang memiliki kapal pembangkit listrik yang dinamakan Powership. Karadeniz Energy merupakan perusahaan pertama di dunia yang mengembangkan dan mengoperasikan kapal pembangkit listrik. Hingga saat ini Karadeniz Energy dengan powership-nya memiliki kerjasama setidaknya dengan lima negara untuk kapal pembangkit listrik ini yaitu Ghana, Libanon, Irak, Zambia, dan Indonesia dengan total kapasitas yang terpasang mencapai 2700 MW dan juga 20 powership masih dalam proses pembangunan dengan kapasitas total 5.300 MW.

Kapal pembangkit listrik yang dibangun oleh Karadeniz Energy ini menggunakan mesin dual fuel dengan bahan bakar natural gas atau heavy fuel oil untuk pembangkit listriknya dan memiliki beragam kapasitas pembangkit dari 60 MW hingga 620 MW.

Saat ini PT PLN menyewa kapal pembangkit listrik tenaga gas Karadeniz seperti pada Gambar 2.8 yang berkapasitas 60 MW dan 120 MW untuk memenuhi kebutuhan listrik beberapa daerah di Indonesia seperti Belawan, Kupang, Lombok, Amurang, dan Ambon. (Karpowership Indonesia).



Gambar 2.8 Karpowership  
(Sumber: karpowership, 2017)

### 2.2.3. Wärtsilä

Wärtsilä merupakan perusahaan yang telah berdiri sejak tahun 1834 dan bergerak dibidang *engineering* dan *marine* dengan dua spesialisasi yaitu dibidang *marine* dan di *power plant* atau perusahaan *marine engine* terbesar di dunia. Ekspansi wärtsilä dibidang energi dapat dilihat dari layanan dari wärtsilä yang menyediakan berbagai kebutuhan untuk *power plant* mulai dari *land power plant* hingga *floating power plant*. Bersama dengan MAN Diesel & Turbo, wärtsilä juga mensuplai kebutuhan mesin pembangkit untuk Karadeniz Energy untuk kebutuhan *power ship*.

Selain menyediakan mesin pembangkit, wärtsilä pada tahun 2017 mengakuisisi Greensmith Energy, Greensmith Energy dikenal sebagai perusahaan dunia di bidang *energy storage*, perusahaan ini menyediakan 1/3 kebutuhan *energy storage* Amerika Serikat pada tahun 2016. *Energy storage* yang disediakan Greensmith Energy memiliki berbagai macam kapasitas dari 1 MW hingga 20 MW tergantung dengan kebutuhan konsumen. Saat ini *energy storage* ini telah tersebar di berbagai negara bagian di Amerika Serikat. Salah satu bentuk *energy storage* dari Greensmith Energy dapat dilihat pada Gambar 2.9.



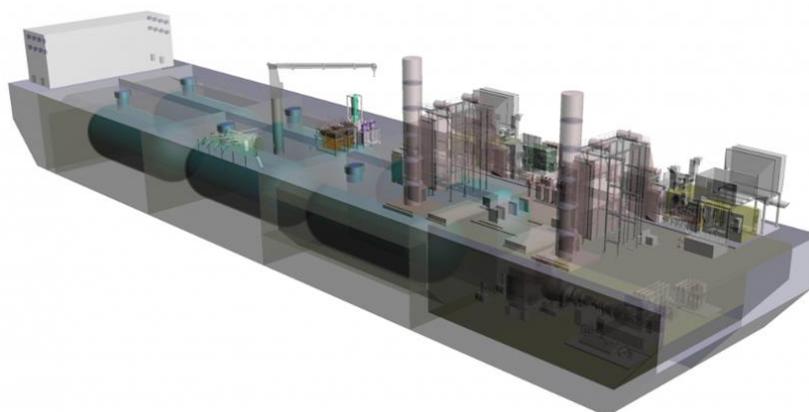
Gambar 2.9 Wärtsilä Energy Storage  
(Sumber: greensmith energy, 2017)

#### 2.2.4. Mitsubishi Heavy

Perusahaan ini berfokus pada industri *marine*, otomotif, lingkungan, dan energi. Produknya meliputi pembangkit listrik tenaga gas, tenaga diesel, hingga *energy storage*.

portasi, mesin industri, dan menyediakan layanan untuk mesin diesel, *dual fuel power*

Melihat kondisi negara kepulauan di dunia yang mengalami masalah kelistrikan karena kondisi geografis, MHI melihat bahwa konsep *mobile power plant* merupakan solusi yang tepat bagi masalah ini. Saat ini MHI mengembangkan konsep *floating power plant* yang dapat dilihat pada Gambar 2.10 dengan menggunakan *dual fuel engine* yang memiliki *regasification unit* dan *generation system* sendiri dimana kapasitas yang dihasilkan 300.000 kW atau 300 MW yang mampu menghasilkan listrik untuk 150 ribu orang. (Forbes. 2017)



Gambar 2.10 Floating Power Plant Concept  
(Sumber: Mitsubishi Heavy Industry, 2017)

### 2.3. Galangan Kapal

Galangan kapal adalah suatu industri yang berorientasi untuk menghasilkan suatu produk seperti kapal (*ship*), bangunan lepas pantai (*offshore*) dan bangunan terapung (*floating plant*) untuk kebutuhan pelanggan. Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa galangan kapal adalah suatu tempat yang terletak di pantai atau sungai yang berfungsi sebagai tempat membangun atau memperbaiki kapal atau bangunan laut.

Secara umum galangan kapal baja memiliki berbagai macam fasilitas berupa sarana pengedokan dan sarana penunjang sesuai dengan jenisnya. Sarana pengedokan ini adalah sarana yang digunakan untuk menaikkan dan menurunkan kapal ke air seperti *dry dock*, *floating dock*, *graving dock*, dan *slipway*. Sedangkan fasilitas adalah sarana dan prasarana penunjang proses produksi kapal seperti perkantoran, bengkel fabrikasi, bengkel *assembly*, bengkel cat, bengkel listrik, gudang, *building berth*. Umumnya semua galangan memiliki fasilitas dasar ini baik galangan bangunan baru ataupun reparasi. Ketersediaan sarana pengedokan dan fasilitas pada suatu galangan tergantung kepada jenis dan fungsi galangan tersebut, sehingga sarana pengedokan dan fasilitas yang tersedia pada suatu galangan bisa berbeda dengan sarana pengedokan dan fasilitas di galangan lainnya.

Galangan memiliki berbagai macam jenis sesuai dengan fungsi utamanya, yaitu:

#### 1. Galangan Bangunan Baru

Galangan ini hanya melayani pembuatan kapal baru saja, biasanya galangan ini memiliki fasilitas pengedokan berupa *graving dock* atau *slipway*. perbandingan antara jumlah pekerjaan dan jumlah tenaga kerja tidak selalu sama karena tergantung pada tingkat kesulitan tiap proses pembangunan.

#### 2. Galangan Reparasi

Galangan jenis ini melayani perbaikan dan pemeliharaan kapal, sarana pengedokan yang biasanya digunakan adalah *floating dock*, *slipway*, atau *syncrolift*. Galangan jenis mengerjakan pekerjaan dalam kurun waktu yang lebih singkat daripada galangan bangunan baru, sehingga perputaran uang lebih cepat, galangan jenis ini lebih terjamin kelangsungannya dibandingkan dengan galangan bangunan baru.

#### 3. Galangan Bangunan Baru dan Reparasi

Galangan ini dapat melakukan pengerjaan bangunan baru dan juga perawatan atau perbaikan kapal, sehingga fasilitas dan sarana pengedokannya lebih lengkap.

Pada proses pembuatan beberapa jenis kapal khusus diperlukan sebuah fasilitas khusus karena adanya perbedaan proses produksi dari kapal baja biasa seperti kapal *tanker*, *bulk*

*carrier*, dsb yang tidak mampu dilakukan oleh galangan kapal biasa. Oleh karena itu ada beberapa galangan yang khusus memproduksi jenis kapal tertentu saja karena adanya proses yang berbeda sehingga membuat perlunya fasilitas khusus yang tidak dimiliki semua galangan.

### **2.3.1. Sarana Pokok Galangan**

Sarana pokok galangan atau sarana pendedokan adalah suatu fasilitas yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan kapal ke air. Yang membedakan galangan dengan industri lainnya adalah keberadaan sarana pendedokan ini. Sarana pendedokan ini terdiri dari berbagai macam jenis, yaitu:

#### **1. *Graving Dock***

*Graving dock* atau dok gali adalah sarana pendedokan berupa sebuah kolam dengan konstruksi beton di sekelilingnya dan mempunyai sebuah pintu kedap air antara kolam dengan *waterfront* lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.11. *Graving dock* ini dapat digunakan sebagai fasilitas untuk reparasi atau bangunan baru namun lebih banyak digunakan untuk bangunan baru.

Cara penggunaan *graving dock* untuk reparasi adalah pertama *docking block* pada *graving dock* disusun sedemikian rupa sesuai dengan *docking plan* kapal yang akan direparasi, kemudian pintu kedap air dibuka dengan cara ditarik menggunakan *tug boat*, kemudian kapal didorong masuk ke dalam *graving dock* dan diposisikan sesuai dengan *docking plan*, setelah kapal berada pada posisi yang sesuai dengan *docking plan* maka pintu ditutup, kemudian air dipompa keluar menggunakan pompa yang tersedia. Sedangkan untuk bangunan baru terlebih dahulu disusun *docking profile* kemudian kapal dibangun, setelah kapal selesai air dipompa ke dalam *graving dock* kemudian pintu *graving dock* dibuka dan kapal ditarik keluar dari *graving dock* menggunakan *tug boat*. Kekurangan dari *graving dock* adalah biaya investasi awal yang mahal, serta terbatasnya ukuran kapal yang dapat dibangun atau direparasi sesuai dengan ukuran *graving dock*.



Gambar 2.11 Graving Dock  
(Sumber: PT. GBU, 2017)

## 2. *Slipway*

*Slipway* adalah bakan untuk kebutuhan reparasi, sebuah s e di atasnya. *Cradle* ini dapat dinaik-turun rakan kabel baja yang dihubungkan dengan *winch*. *Slipway* terdiri dari dua jenis yaitu *slipway* memanjang dan *slipway* melintang, pemilihan jenis *slipway* ini sesuai dengan panjang *waterfront* yang ada pada galangan.

Kelebihan dari *slipway* adalah biaya pembangunannya yang cukup murah dan pengoperasiannya yang mudah dan cepat karena tidak membutuhkan *docking block* sebagai bantalan kapal, namun kekurangannya adalah keterbatasan ukuran kapal sesuai dengan kapasitas *winch* yang ada dan juga biaya perawatan yang mahal. (Diktat Tekprod Lanjut, 2016)



Gambar 2.12 Slipway  
(Sumber: shipco, 2017)

### 3. *Floating Dock*

*Floating dock* atau *floating dock* digunakan untuk proses reparasi karena tidak dapat diakses oleh kapal. *Floating dock* ini berbentuk penampang melintang berbentuk U atau L dimana dinding ini dikenal dengan nama *wing deck* dan bagian bawahnya *pontoon deck*. *Floating dock* terdiri dari dua macam jenis yaitu *pontoon* dan *caisson*. (Oza, 1965)

Cara pengedokan kapal dengan menggunakan *floating dock* yaitu mula-mula *docking block* diatur pada *pontoon deck* agar sesuai dengan *docking plan* kapal yang akan naik dok, kemudian *pontoon* diisi air sehingga *pontoon deck* tenggelam hingga sarat tertentu, setelah *pontoon deck* tenggelam kemudian kapal masuk ke *floating dock* dengan bantuan *tug boat*, setelah itu air dalam *pontoon* dipompa keluar hingga *pontoon deck* kembali mengapung.

Kelebihan dari *floating dock* ini adalah mampu menampung kapal yang memiliki panjang lebih dari panjang *floating dock* itu sendiri, kemudian biaya pembangunannya yang lebih murah dibandingkan dengan *graving dock*, dapat berpindah tempat dengan bantuan *tug boat*, serta bisa melakukan reparasi sendiri untuk tipe *self docking*. Sedangkan kekurangan dari *floating dock* adalah biaya perawatannya yang mahal, rentan terjadi deformasi apabila terlalu panjang, memerlukan perairan tenang dan dalam, serta umur pemakaian yang pendek. (Diktat Tekprod Lanjut, 2016)



Gambar 2.13 Floating Dock  
(Sumber: Heger Dry Dock, 2017)

#### 4. *Building Berth*

*Building berth* 1

membutuhkan fas

dilihat pada Gambar 2.14 dimana di building berth ini dilakukan proses penegakan atau *erection* dan juga proses peluncuran setelah kapal selesai dibangun.

ringkas karena tidak

r kosong seperti dapat

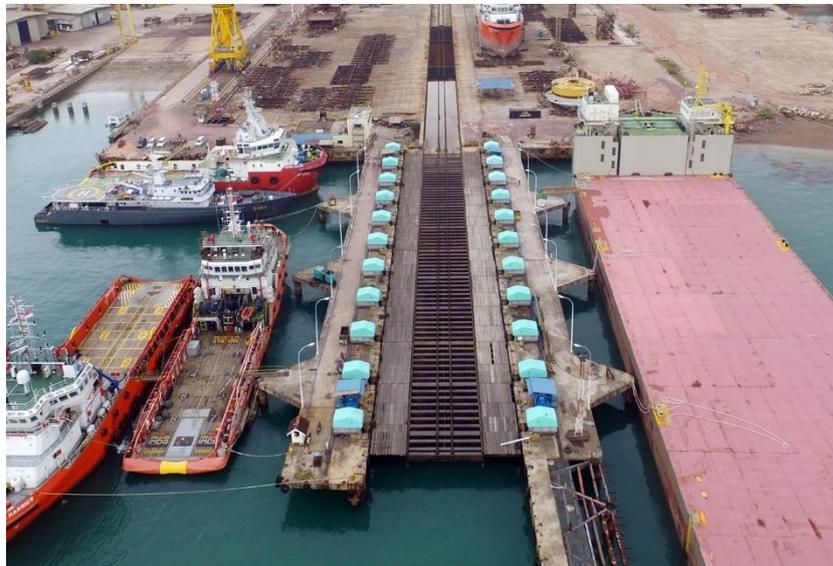


Gambar 2.14 Building Berth  
(Sumber: PT. GBU, 2017)

## 5. Syncrolift

*Syncrolift* merupakan fasilitas pendedokan kapal yang terdiri dari lift atau alat angkat yaitu *hoist*, rel, *platform*, *cradle*, dan pusat kendali, dapat dilihat pada Gambar 2.15. Sistem kerja *syncrolift* adalah mula-mula dilakukan pengaturan *docking block* sesuai dengan *docking plan* pada platform, kemudian ditenggelamkan lalu kapal dimasukkan ke kolam dan diposisikan sesuai dengan *docking plan*, kemudian *platform* dinaikkan.

Kelebihan dari *syncrolift* adalah kapasitasnya yang besar dan pengoperasiannya yang mudah dan cepat. Sedangkan kekurangan dari *syncrolift* adalah biaya pembuatan yang mahal, apabila salah satu motor rusak maka tidak dapat digerakkan dan juga dibutuhkan kedalaman air yang memadai. (Jurnal Non Degree ITS, 2010)



Gambar 2.15 Syncrolift  
(Sumber: PT. Batamec, 2017)

### 2.3.2. Sarana Penunja

Selain butuh sar  
dalam operasionalnya se

ikan sarana penunjang  
ni terdiri dari:

#### 1. Kantor

Kantor merupakan tempat dimana kebutuhan administrasi galangan dilakukan seperti pengaturan keuangan dan segala kegiatan yang berhubungan dengan sistem operasional sebuah perusahaan. Selain itu di kantor juga dilakukan proses desain awal dari sebuah kapal.

## 2. Gudang

Merupakan tempat penyimpanan material mentah seperti plat, profil, dan pipa yang digunakan dalam proses pembangunan sebelum dilakukan proses produksi.

## 3. Bengkel Persiapan

Bengkel yang digunakan untuk melakukan tahap persiapan pada material sebelum dilakukan proses fabrikasi.

## 4. Bengkel Fabrikasi

Di bengkel ini dilakukan berbagai macam proses seperti pemotongan dan *bending* pada material yang akan digunakan membangun kapal.

### 2.3.3. Tata Letak Galangan

Perencanaan tata letak galangan merupakan hal yang penting dalam membangun sebuah galangan karena berhubungan dengan alur material dalam proses produksi yang akan mempengaruhi efektifitas dan efisiensi proses produksi. Dalam menentukan tata letak galangan ada beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain (Soejitno, 1997):

#### 1. Jenis Proses Produksi

Jenis proses produksi dalam pembangunan kapal terdiri dari dua jenis kegiatan pokok yaitu *hull construction* dan *outfitting work*. Jenis kegiatan ini perlu disusun dalam bentuk arus kegiatan atau material sejak awal kedatangan material sampai dengan kapal siap di-*delivery*.

#### 2. Arah Masuk atau Keluar Material

Titik awal (*starting point*) dan titik akhir (*ending point*) dari proses produksi akan sangat ditentukan oleh metode pengiriman material, baik itu menggunakan jalur darat ataupun jalur laut.

#### 3. Perhitungan Lokasi Fasilitas Utama

Perhitungan luas area masing-masing fasilitas yang diperlukann sesuai dengan kapasitas produksi per tahun yang telah ditentukan. Luas area produksi yang perlu diperhatikan adalah gudang material, bengkel persiapan, bengkel fabrikasi, bengkel *sub assembly*, bengkel *assembly*, bengkel *outfitting*, dan *building berth*.

#### 4. Penentuan Lokasi Fasilitas Utama

Peletakan lokasi fasilitas utama galangan adalah acuan dari perencanaan fasilitas penunjang lainnya. Dengan memperhatikan *plotting* yang telah dilakukan pada area galangan, maka fasilitas utama galangan diletakkan pada urutan produksi yang telah ditetapkan.

## 5. Penentuan Lokasi Fasilitas Penunjang

Peletakan fasilitas penunjang merupakan suatu pekerjaan perancangan sehingga dapat terjadi perubahan (*trial and error*), perubahan ini dilakukan dengan memperhatikan keselamatan kerja, efisiensi, dan pemanfaatan lahan yang optimal.

Selain hal diatas, ada beberapa prinsip dasar yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak, antara lain (Wignjoesobroto, 1990):

### 1. Prinsip integrasi secara total

Prinsip ini menyatakan bahwa tata letak pabrik adalah integrasi secara total dari seluruh elemen produksi yang ada menjadi satu unit operasi yang besar.

### 2. Prinsip jarak pemindahan bahan yang paling minimal

Dalam proses pemindahan bahan dari satu unit operasi ke unit operasi yang lain waktu dapat dihemat dengan cara mengurangi jarak pemindahan tersebut.

### 3. Prinsip aliran dari suatu proses kerja

Dengan prinsip ini diusahakan untuk menghindari adanya gerakan balik, gerakan memotong.

### 4. Prinsip pemanfaatan ruangan

Dalam merencanakan tata letak pabrik, kita harus mempertimbangkan faktor-faktor dimensi ruang serta gerakan-gerakan dari orang, bahan, atau mesin.

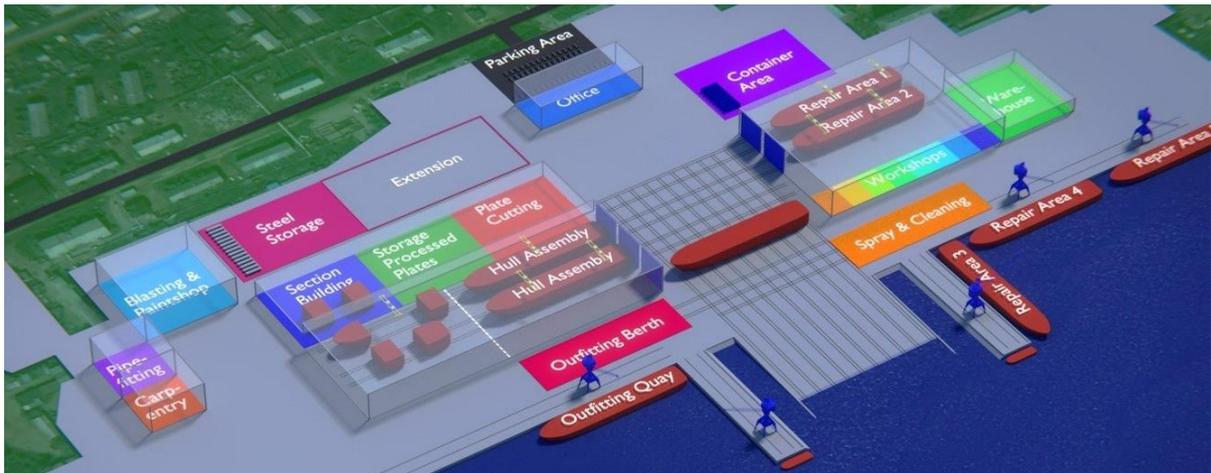
### 5. Prinsip kepuasan dan keselamatan kerja

Kepuasan dan keselamatan kerja yang terjamin akan memberikan moral kerja yang lebih baik dari karyawan dan hal ini akan mengurangi ongkos produksi serta meningkatkan kemauan kerja karyawan sehingga otomatis perusahaan akan mendapatkan keuntungan ganda.

Adapun jenis-jenis dari tata letak atau *layout* galangan adalah sebagai berikut:

### 1. *Layout* tipe I dan tipe T

Dalam tipe ini tata letak bengkel produksinya segaris sehingga alur material dari fasilitas penyimpanan hingga dok lurus. Tipe ini biasanya digunakan pada galangan yang memiliki area yang memanjang. Tipe tata letak ini membutuhkan area yang luas dan juga fasilitas pengangkutan yang cukup banyak untuk mengurangi banyaknya waktu yang hilang. Contoh *layout* tipe I dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Damen Shipyards Layout  
(Sumber: Damen Shipyards, 2017)

2. *Layout* tipe

Pada *layout* dalam lokasi hingga tampan dibutuhkan lebih sedikit dibandingkan dengan tipe I atau T.

Bengkel *assembly* terletak dengan bengkel *assembly* ini adalah luas area yang

3. *Layout* tipe U

Penempatan bengkel pada *layout* tipe ini disusun sedemikian rupa hingga membentuk huruf U. kelemahan dari *layout* ini adalah waktu produksi yang lebih lama karena adanya pengembalian arus material.

4. *Layout* tipe Z

Tipe ini cukup jarang dipakai untuk tata letak galangan, bengkel produksi pada tipe ini disusun tidak sejajar, namun membentuk huruf Z. kelebihan dari tipe ini adalah apabila dilakukan pengembangan fasilitas dikemudian hari.

**2.4. Kondisi Kelistrikan Indonesia**

Listrik adalah sumber energi utama untuk menopang berbagai kegiatan rumah tangga , dan juga operasional industri dan perdagangan. Meskipun begitu kondisi kelistrikan di Indonesia masih kurang baik, dengan jumlah pulau mencapai 17.000 dan jumlah penduduk Indonesia mencapai lebih dari 250 juta jiwa dan tersebar di lebih dari 65.000 desa, baru sekitar 50% yang dapat menikmati aliran listrik. (UNESCAP, 2015)

### 2.4.1. Rasio Elektrifikasi

Rasio elektrifikasi Indonesia sampai tahun 2015 baru mencapai 89,5%, terendah di Asia Tenggara. Dengan empat provinsi yang memiliki rasio elektrifikasi dibawah 70% yaitu Sulawesi Tenggara, Kalimantan Tengah, Nusa Tenggara Timur, dan Papua. Di Indonesia Timur rasio elektrifikasinya baru mencapai 43%. Untuk menambah ketersediaan listrik tersebut PLN merencanakan penambahan kapasitas pembangkit listrik sebesar 150 MW di Indonesia Timur. (Tempo, 2015)



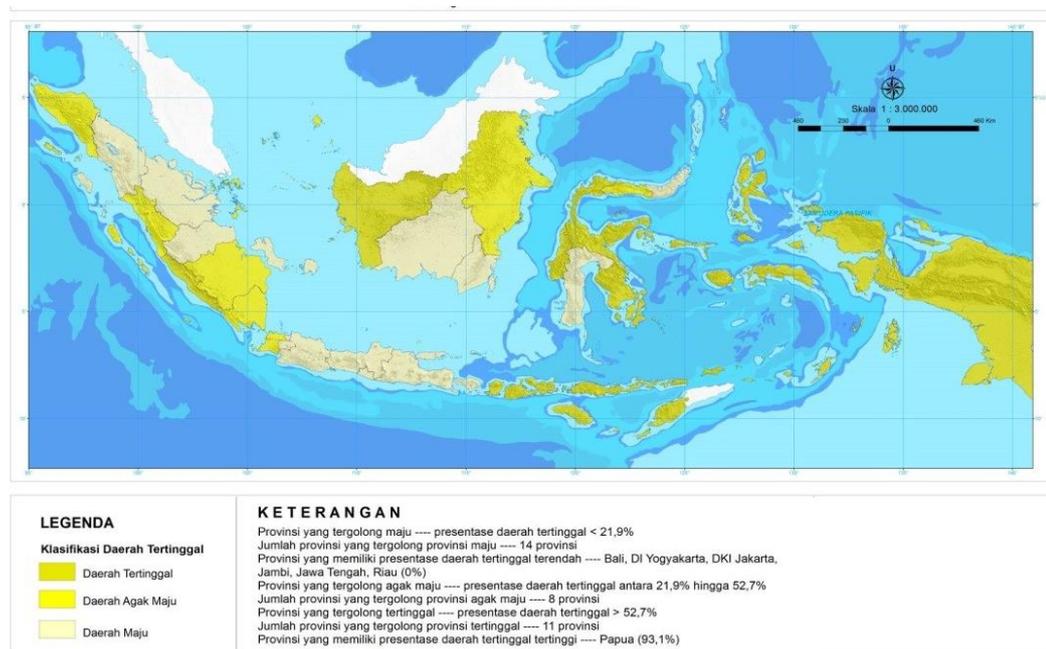
Gambar 2.17 Rasio Elektrifikasi Indonesia  
(Sumber: Tempo, 2015)

Dari Gambar 2 provinsi yang memiliki dibawah 50%. Namun 95%. Hal ini menunj sehingga mengakibatkan perkembangan yang tidak merata juga, salah satunya dapat dilihat dari rasio elektrifikasi ini.

ahun 2015 ada empat salah satunya berada sio elektrifikasi diatas struktur di Indonesia

Indonesia hingga saat ini memiliki kurang lebih 5765 buah pembangkit listrik dengan kapasitas terpasang mencapai 46.103 MW dimana mayoritas pembangkit listrik merupakan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Kendala utama dalam meningkatkan kapasitas maupun jumlah pembangkit listrik di Indonesia adalah keterbatasan infrastruktur dan kondisi geografis Indonesia yang berupa kepulauan sehingga masih banyak pulau-pulau kecil terutama di Indonesia Bagian Timur yang belum dialiri listrik.

Sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2.18, Indonesia saat ini memiliki 122 daerah tertinggal dari total sekitar 500 daerah. Suatu daerah dikatakan tertinggal dilihat dari beberapa aspek seperti sumber daya manusia, sarana dan prasarana, perekonomian masyarakat, kemampuan keuangan daerah, aksesibilitas, dan karakteristik daerah. Salah satu faktor sarana dan prasarana adalah kondisi kelistrikan. Dari 122 daerah tertinggal tersebut 37 daerah berupa pulau atau kepulauan, dimana daerah ini memiliki keterbatasan listrik, beberapa daerah belum dialiri listrik dan daerah lainnya sudah dialiri listrik namun hanya pada jam-jam tertentu saja. (setkab, 2016)



Gambar 2.18 Persebaran Daerah Tertinggal di Indonesia  
(Sumber: setkab, 2016)

Sulitnya akses m  
keterbatasan lahan ya  
kendala dalam menga  
pembangkit listrik yan  
pada satu daerah saja namun tetap mampu memenuhi kebutuhan listrik daerah tersebut.

mbangkit listrik darat,  
ul menjadi salah satu  
a dibutuhkan sebuah  
liri listrik tidak hanya

#### 2.4.2. Kebutuhan Listrik Indonesia

Berdasarkan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT. PLN tahun 2016-2025, diperkirakan pada periode tahun 2016-2025 kebutuhan listrik Indonesia akan mengalami peningkatan dari 216.8 TWh pada tahun 2016 menjadi 457 TWh pada tahun 2025 atau tumbuh rata-rata 8.6% per tahun seperti dapat dilihat pada Tabel 2.1 Kebutuhan Listrik Indonesia berikut:

Tabel 2.1 Kebutuhan Listrik Indonesia

URAIAN	Satuan	2015*	2016	2018	2020	2022	2024	2025
<b>1. Energi Demand</b>								
- Indonesia	TWh	200.4	216.8	267.9	315.3	366.0	424.9	457.0
- Jawa Bali		150.5	162.1	197.1	228.2	260.8	297.5	317.7
- Indonesia Timur		20.6	22.7	29.8	36.4	43.6	52.2	56.4
- Sumatera		29.3	32.1	41.0	50.7	61.7	75.2	82.9
<b>2. Pertumbuhan</b>								
- Indonesia	%	2.0	8.2	9.9	8.1	7.7	7.7	7.6
- Jawa Bali		0.8	7.7	8.9	7.2	6.8	6.8	6.8
- Indonesia Timur		6.2	10.3	13.9	10.3	9.3	9.2	8.2
- Sumatera		6.2	9.4	11.8	10.4	10.3	10.5	10.2
<b>3. Pelanggan</b>								
- Indonesia	Juta	60.9	64.1	69.9	74.7	78.0	81.1	82.6
- Jawa Bali		39.3	41.1	44.3	46.7	48.3	49.8	50.6
- Indonesia Timur		9.7	10.4	11.7	13.0	14.0	14.9	15.3
- Sumatera		11.9	12.6	13.9	15.0	15.7	16.4	16.7
<b>4. Konsumsi per Kapita</b>								
- Indonesia	kWh / kapita	791.4	845.6	1,020.0	1,173.0	1,333.3	1,517.1	1,616.5
- Jawa Bali		1,017.3	1,083.7	1,291.6	1,466.3	1,646.2	1,846.6	1,956.0
- Indonesia Timur		404.6	439.7	559.8	663.7	774.2	903.3	965.8
- Sumatera		539.0	580.5	721.9	868.9	1,030.9	1,228.5	1,339.8

(Sumber: RUPTL PLN 2016-2015)

Dalam menghadapi kebutuhan listrik yang semakin meningkat ini PT. PLN melakukan langkah penanggulangan dengan membangun ataupun meningkatkan kapasitas pembangkit yang sudah ada, peningkatan kapasitas ini ditargetkan mencapai 80.5 GW hingga tahun 2026 atau penambahan kapasitas rata-rata mencapai 8,1 GW per tahun. Rencana pengembangan kapasitas pembangkit listrik lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Rencana Penambahan Kapasitas Pembangkit

Tahun	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Jumlah
<b>PLN</b>											
PLTU	1,822	251	1,294	1,945	500	150	-	-	-	2,000	7,982
PLTP	-	-	65	105	55	-	55	-	40	80	400
PLTGU	-	1,280	2,650	150	-	-	-	-	-	-	4,080
PLTG	409	1,301	759	150	177	160	20	10	-	30	3,016
PLTD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLTM	-	6	2	63	5	-	-	-	-	-	77
PLTA	-	-	88	284	22	77	187	448	251	277	1,632
PS	-	-	-	1,040	-	-	-	-	-	-	1,040
PLT Lain	13	-	-	-	1	1	-	-	-	-	15
<b>Jumlah</b>	<b>2,244</b>	<b>2,838</b>	<b>4,858</b>	<b>3,737</b>	<b>760</b>	<b>388</b>	<b>262</b>	<b>456</b>	<b>291</b>	<b>2,387</b>	<b>18,221</b>
<b>IPP</b>											
PLTU	1,205	773	2,103	15,223	4,001	921	300	300	300	-	25,125
PLTP	85	350	255	485	525	450	285	935	750	940	5,060
PLTGU	-	35	4,200	1,350	-	-	250	-	-	-	5,835
PLTG	350	83	478	20	10	6	-	-	-	-	945
PLTD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLTM	32	72	112	229	78	88	198	26	257	201	1,288
PLTA	45	57	87	73	118	254	230	1,351	980	2,305	5,499
PS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLT Lain	179	279	348	266	308	63	48	129	30	278	1,922
<b>Jumlah</b>	<b>1,896</b>	<b>1,649</b>	<b>7,579</b>	<b>17,646</b>	<b>5,038</b>	<b>1,779</b>	<b>1,307</b>	<b>2,741</b>	<b>2,317</b>	<b>3,722</b>	<b>45,674</b>
<b>Unallocated</b>											
PLTU	-	-	-	7	47	710	100	400	200	250	1,714
PLTP	-	-	-	-	-	-	-	-	480	230	690
PLTGU	-	-	-	-	-	-	800	280	4,340	3,600	9,000
PLTG	-	-	-	-	21	88	125	18	10	50	310
PLTD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLTM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLTA	-	-	-	8	8	-	222	75	350	1,368	2,029
PS	-	-	-	-	-	-	-	450	450	2,000	2,900
PLT Lain	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Jumlah</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>15</b>	<b>76</b>	<b>798</b>	<b>1,247</b>	<b>1,201</b>	<b>5,810</b>	<b>7,498</b>	<b>16,643</b>
<b>Total</b>											
PLTU	3,027	1,024	3,397	17,175	4,548	1,781	400	700	500	2,250	34,801
PLTP	85	350	320	590	580	450	340	935	1,250	1,250	8,150
PLTGU	-	1,315	6,850	1,500	-	-	1,050	280	4,340	3,600	18,915
PLTG	759	1,384	1,235	170	208	254	145	26	10	80	4,271
PLTD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLTM	32	78	115	292	81	86	198	26	257	201	1,385
PLTA	45	57	175	365	147	330	639	1,872	1,581	3,950	9,160
PS	-	-	-	1,040	-	-	-	450	450	2,000	3,940
PLT Lain	192	279	348	266	309	64	48	129	30	278	1,937
<b>Jumlah</b>	<b>4,139</b>	<b>4,487</b>	<b>12,437</b>	<b>21,398</b>	<b>5,873</b>	<b>2,965</b>	<b>2,816</b>	<b>4,398</b>	<b>8,418</b>	<b>13,607</b>	<b>80,538</b>

(Sumber: RUPTL PLN 2016-2015)

Dari rencana peningkatan kapasitas pembangkit tersebut dibagi lagi menjadi beberapa wilayah seperti wilayah Sumatera, Jawa-Bali, dan Indonesia Timur. Dari rencana peningkatan kapasitas tersebut terdapat beberapa rencana strategis untuk masing-masing wilayah, antara lain:

1. Wilayah Sumatera

- Proyek PLTU Percepatan Tahap I sebagai pembangkit untuk memenuhi beban dasar
- Pembangkit-pembangkit *peaker* untuk memenuhi kebutuhan saat beban puncak
- Pembangkit *Mobile Power Plant* (MPP) karena bersifat *movable* sehingga dapat dipindahkan ke tempat yang mengalami kekurangan pasokan daya

## 2. Wilayah Jawa-Bali

- PLTU Jawa Tengah (2x950 MW)
- PLTU Indramayu (1x1000 MW)
- PLTU Jawa 1-10 dengan kapasitas mencapai 11.98 GW
- PLTGU Jawa 1-4 dengan kapasitas mencapai 9.6 GW
- PLTMG Senayan 100 MW
- PLTU/GU Madura (400 MW)

## 3. Wilayah Indonesia Timur

- Proyek PLTU skala kecil yang tersebar di Indonesia Timur untuk memenuhi beban dasar
- Proyek pembangkit *dual fuel* skala kecil.

### 2.5. Pengertian Biaya

*Cost* adalah biaya dalam arti pengorbanan atau pengeluaran yang dilakukan oleh suatu perusahaan atau individu yang berhubungan langsung dengan output atau produk yang dihasilkan oleh perusahaan atau perorangan tersebut. Misalnyabahan baku, dan biaya tenaga kerja langsung. Sedangkan *expenses* adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan atau perorangan yang bersifat sebagai aktivitas pendukung saja, misalnya biaya umum dan administrasi, dan biaya pemasaran atau penjualan.

#### 2.5.1. Klasifikasi Biaya

##### 1. Biaya berdasarkan perilaku

Jenis biaya berdasarkan perilaku, meliputi:

###### a. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

Biaya tetap adalah biaya yang jumlah totalnya tetap konstan, tidak dipengaruhi oleh perubahan volume kegiatan atau aktivitas sampai dengan tingkatan tertentu.

###### b. Biaya Variabel (*Variable Cost*)

Biaya variable adalah biaya yang jumlah totalnya berubah secara sebanding dengan perubahan volume kegiatan.

- c. **Biaya Semi Variable (*Semi Variable Cost*)**  
Biaya semi variabel adalah biaya yang mempunyai elemen biaya tetap dan biaya variabel di dalamnya. Elemen biaya tetap merupakan jumlah biaya minimum untuk menyediakan jasa sedangkan elemen biaya variabel merupakan bagian dari biaya semivariabel yang dipengaruhi oleh volume kegiatan.
2. Biaya berdasarkan fungsi pokok kegiatan perusahaan
- a. **Biaya Produksi**  
Semua biaya yang berhubungan dengan fungsi produksi atau kegiatan pengolahan bahan baku menjadi produk selesai.
  - b. **Biaya Pemasaran**  
Biaya-biaya yang terjadi untuk melaksanakan kegiatan pemasaran produk, contohnya biaya iklan, biaya promosi, biaya sampel.
  - c. **Biaya Administrasi dan Umum**  
Biaya-biaya untuk mengkoordinasikan kegiatan-kegiatan produksi dan pemasaran produk, contohnya gaji bagian akuntansi, gaji personalia.

## **2.6. Peramalan (*Forecasting*)**

Peramalan adalah ilmu memperkirakan atau memprediksi apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang dengan beberapa bentuk model matematis. Untuk melakukan peramalan diperlukan metode tertentu dan metode mana yang digunakan tergantung dari data dan informasi yang akan diramal serta tujuan yang hendak dicapai.

Pada umumnya kegunaan peramalan adalah sebagai berikut:

1. Sebagai alat bantu dalam perencanaan yang efektif dan efisien.
2. Untuk menentukan kebutuhan sumber daya di masa mendatang.
3. Untuk membuat keputusan yang tepat.

Kegunaan peramalan terlihat pada suatu pengambilan keputusan. Keputusan yang baik adalah keputusan yang didasarkan atas pertimbangan apa yang akan terjadi pada waktu keputusan dalam berbagai kegiatan perusahaan. Baik atau tidaknya hasil suatu penelitian sangat ditentukan oleh ketetapan ramalan yang dibuat.

## 2.7. Metode Peramalan

Peramalan dapat dilakukan secara kuantitatif ataupun kualitatif. Pengukuran kuantitatif menggunakan metode statistik, sedangkan pengukuran kualitatif berdasarkan pendapat (*judgement*) dari yang melakukan peramalan. Berkaitan dengan itu dalam peramalan dikenal dengan istilah prakiraan dan prediksi. Prakiraan didefinisikan sebagai proses peramalan suatu kejadian (*variable*) di masa yang akan datang dengan berdasarkan data variabel yang berkaitan pada masa sebelumnya. Sedangkan prediksi adalah proses peramalan suatu variabel di masa yang akan datang dengan lebih mendasarkan pada pertimbangan subjektif/intuisi daripada data kejadian pada masa lampau.

### 2.7.1. Metode Kualitatif

Metode kualitatif umumnya bersifat subjektif, dipengaruhi oleh intuisi, emosi, pendidikan, dan pengalaman seseorang. Oleh karena itu hasil peramalan dari satu orang dengan orang lain dapat berbeda. Meskipun demikian, peramalan kualitatif dapat dilakukan dengan menggunakan metode peramalan, yaitu:

- a. Juri dari opini eksekutif, metode ini mengambil opini atau pendapat dari sekelompok kecil manajer puncak, yang seringkali dikombinasikan dengan model-model statistik.
- b. Gabungan tenaga penjualan, setiap tenaga penjualan meramalkan tingkat penjualan di daerahnya, yang kemudian digabungkan untuk mencapai ramalan secara menyeluruh.
- c. Metode delphi, dalam metode ini serangkaian kuesioner disebarkan kepada responden kemudian jawabannya diberikan kepada para ahli untuk dibuat peramalannya.
- d. Survei konsumen, masukan diperoleh dari konsumen atau konsumen potensial terhadap rencana pembelian. Survei ini dapat dilakukan dengan kuesioner, telepon, atau wawancara langsung.

### 2.7.2. Metode Kuantitatif

- a. Metode seri waktu (*time series*)

Metode yang digunakan untuk menganalisis serangkaian data yang merupakan fungsi dari waktu. Metode seri waktu dibagi menjadi dua, yaitu:

1) *Moving Averages*

Model rata-rata bergerak menggunakan sejumlah data aktual permintaan yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan untuk permintaan di masa yang akan datang. metode rata-rata bergerak akan efektif diterapkan apabila permintaan pasar terhadap produk diasumsikan stabil sepanjang waktu. Metode rata-rata bergerak terdapat dua jenis, rata-rata bergerak tidak berbobot (*Unweight Moving Averages*) dan rata-rata bobot bergerak (*Weight Moving Averages*). Model rata-rata bobot bergerak lebih responsif terhadap perubahan karena data dari periode yang baru biasanya diberi bobot lebih besar.

2) *Single Exponential Smoothing*

Metode ini umumnya digunakan untuk pola data yang tidak stabil atau perubahannya besar dan bergejolak. Metode ini cocok untuk meramalkan hal-hal yang fluktuasinya acak atau tidak teratur.

b. Metode Kausal (*Causal Explanatory Model*)

Merupakan metode peramalan yang didasarkan kepada hubungan antara variabel yang diperkirakan dengan variabel lain yang mempengaruhinya tetapi bukan waktu. Dalam prakteknya jenis dari metode peramalan ini terdiri dari:

1) Metode Regresi dan Kolerasi

Metode yang digunakan untuk jangka panjang maupun jangka pendek dan didasarkan pada persamaan dengan teknik *least square* yang dianalisis secara statis.

2) Model Input Output

Metode yang digunakan untuk menyusun tren ekonomi jangka panjang.

3) Metode Ekonometri

Metode yang digunakan untuk peramalan jangka panjang dan jangka pendek.

## 2.8. Investasi

Investasi adalah penanaman modal yang dilakukan oleh investor, baik investor asing maupun domestik dalam berbagai bidang usaha yang terbuka untuk investasi, yang bertujuan untuk memperoleh keuntungan (Salim HS dan Budi Sutrisno, 2008). Investasi selalu memiliki dua sisi, yaitu *return* dan risiko. Semakin tinggi *return* yang ditawarkan maka semakin tinggi pula risiko yang harus ditanggung investor, dan berlaku juga sebaliknya.

Oleh karena itu ada beberapa metode yang digunakan untuk mengukur kelayakan dari sebuah investasi, yaitu:

### 2.8.1. Metode *Payback Period*

*Payback period* adalah berapa tahun yang diperlukan dari sebuah investasi untuk mengembalikan modal awalnya dari aliran kas netto (Fred Weston dan Eugena F. Brigham. 1975). Semakin cepat dana investasi dapat diperoleh kembali maka semakin kecil risiko yang ditanggung oleh perusahaan. Rumus yang digunakan untuk menghitung *payback period* adalah:

$$PBP = n \frac{a-b}{c-b} \times 1 \dots\dots\dots (2.1)$$

n= tahun terakhir dimana jumlah arus kas belum menutup investasi

a = jumlah investasi mula-mula

b = jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke-n

c = jumlah arus kumulatif pada tahun ke-n+1

Setelah diketahui jangka waktu dari pengambilan investasi ini, maka selanjutnya dibandingkan dengan umur investasi tersebut untuk mengetahui layak atau tidaknya suatu investasi. Menurut Bambang Riyanto, apabila *payback period* dari suatu investasi lebih pendek daripada *payback period* maksimum, maka investasi tersebut dapat diterima. Sebaliknya, apabila *payback period* lebih panjang daripada *payback period* maksimum maka investasi tersebut seharusnya ditolak. Masalah utama dari metode ini adalah sulitnya menentukan periode *payback* maksimum yang disyaratkan karena tidak ada pedoman yang biasa dipakai untuk menentukan *payback* maksimum.

### 2.8.2. Metode *Net Present Value* (NPV)

*Net present value* adalah selisih antara jumlah *present value* dari *cash flow* yang direncanakan diterima dalam beberapa waktu mendatang dengan jumlah *present value* dari investasi. NPV dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(C)t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{(Co)t}{(1+i)^1} \dots\dots\dots (2.2)$$

NPV = nilai bersih sekarang

(C)t = arus kas masuk tahun ke-t

$(Co)_t$  = arus kas keluar tahun ke-t

n = umur unit usaha hasil investasi

i = arus pengembalian

t = waktu

Kriteria diterima atau tidaknya suatu investasi dengan menggunakan NPV adalah jika nilai NPV positif maka investasi diterima, sedangkan apabila NPV negatif maka investasi ditolak.

### 2.8.3. Metode *Internal Rate of Return* (IRR)

Metode ini mencari suatu tingkat bunga yang akan menyamakan jumlah nilai sekarang dari penerimaan yang diharapkan diterima dengan jumlah nilai sekarang dari pengeluaran investasi. Dengan kata lain, dalam metode ini yang dicari adalah tingkat pengembalian investasi atau *discount rate* yang akan menjadikan NPV sama dengan nol.

Rumus yang digunakan untuk menghitung IRR adalah sebagai berikut:

$$\sum_t^n \frac{(Co)_t}{(1+i)^t} - (Cf) = 0 \dots\dots\dots(2.3)$$

$(C)_t$  = arus kas masuk tahun ke-t

$(Co)_t$  = arus kas keluar tahun ke-t

n = tahun

i = arus pengembalian

t = waktu

Kriteria suatu investasi diterima atau tidak dengan metode IRR adalah apabila IRR lebih besar daripada tingkat biaya modal yang diperhitungkan, maka investasi layak, sedangkan apabila IRR lebih kecil daripada tingkat biaya modal, maka investasi tersebut tidak layak.

### 2.9. Analisa *Break Even Point* (BEP)

*Break Even Point* (BEP) ialah keadaan suatu usaha yang tidak memperoleh laba dan tidak menderita rugi. Dengan kata lain suatu usaha dikatakan impas jika jumlah pendapatan (revenues) sama dengan jumlah biaya atau apabila laba kontribusi hanya dapat digunakan untuk menutup biaya tetap saja (Mulyadi, 2000). Atau dengan kata lain BEP adalah titik impas di mana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian dalam suatu perusahaan. BEP digunakan untuk

menganalisis proyeksi sejauh mana banyaknya jumlah unit yang diproduksi atau sebanyak apa uang yang harus diterima untuk mendapatkan titik impas atau kembali modal.

Analisis *Break Even Point* (BEP) adalah sebuah alat atau metode yang digunakan untuk mengukur tingkat minimum penjualan yang harus dilakukan untuk menutupi biaya. Komponen yang diperhatikan dalam analisis *Break Even Point* yaitu volume produksi, volume penjualan, harga jual, biaya produksi, biaya variabel, biaya tetap serta laba dan rugi.

Analisis BEP tidak hanya memberikan informasi mengenai posisi perusahaan dalam keadaan impas atau tidak, namun analisis break even point sangat membantu manajemen dalam perencanaan dan pengambilan keputusan dan juga untuk mengetahui hubungan antara biaya, volume dan laba, khususnya informasi mengenai jumlah penjualan minimum dan besarnya penurunan realisasi penjualan dari rencana penjualan agar perusahaan tidak menderita kerugian.

Manfaat dari *Break Even Point* menurut Bustami dan Nurlela (2006) adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui jumlah penjualan minimum yang harus dipertahankan perusahaan agar tidak mengalami kerugian
2. Mengetahui jumlah penjualan yang harus dicapai untuk memperoleh tingkat keuntungan tertentu
3. Mengetahui seberapa jauh berkurangnya penjualan agar perusahaan tidak menderita kerugian
4. Mengetahui bagaimana efek perubahan harga jual, biaya dan volume penjualan
5. Menentukan bauran produk yang diperlukan untuk mencapai jumlah laba yang ditargetkan.

Dalam menghitung BEP, ada tiga elemen yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. *Fixed Cost* (Biaya Tetap) yaitu biaya yang dikeluarkan untuk menyewa tempat usaha, peralatan, komputer. Biaya ini adalah biaya yang tetap kita harus keluarkan walaupun kita hanya menjual 1 unit atau 2 unit, 5 unit, 100 unit atau tidak menjual sama sekali.
2. *Variable Cost* (Biaya Variable) yaitu biaya yang timbul dari setiap unit penjualan contohnya setiap 1 unit terjual, kita perlu membayar komisi *salesman*, biaya antar, biaya kantong plastik, biaya nota penjualan, dll.
3. Harga penjualan yaitu harga yang kita tentukan dijual kepada pembeli

Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Metode yang Digunakan**

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kualitatif dimana data yang didapat merupakan hasil wawancara, observasi, dan studi pustaka. Tujuan dari metode deskriptif adalah membuat deskripsi secara sistematis, factual, dan akurat mengenai fakta dan sifat dari populasi atau fenomena tertentu. (Suryabrata. 1983)

Tahap pertama yang dilakukan dalam mengerjakan tugas akhir ini adalah melakukan kajian pustaka dengan beberapa referensi yang berhubungan dengan topik penelitian ini yaitu tentang kapal pembangkit listrik, jenis-jenis pembangkit listrik, pangsa pasar kapal pembangkit listrik di Indonesia, sarana dan fasilitas produksi yang diperlukan. Data-data yang didapatkan dari hasil kajian pustaka tersebut kemudian dilakukan untuk menentukan analisa teknis dan analisa ekonomis yaitu berupa kebutuhan peralatan dan permesinan sebagai penunjang proses produksi, kebutuhan sumber daya manusia, luas area produksi yang dibutuhkan serta tata letak (*layout*) yang sesuai untuk proses produksi.

Kemudian dilakukan analisa pasar, hal yang dilakukan dalam analisa pasar adalah melakukan perkiraan terhadap kebutuhan kapal pembangkit listrik di Indonesia berdasarkan data kebutuhan listrik per provinsi dan berdasarkan jumlah pulau dan jumlah penduduk dari pulau terpencil yang ada di Indonesia hingga akhirnya dapat diketahui berapa jumlah dan ukuran kapal pembangkit listrik yang diperlukan di Indonesia. Kemudian dilakukan perhitungan *break even point* terhadap rencana industri kapal pembangkit ini sehingga dapat diketahui apakah industri kapal pembangkit ini layak dibangun di Indonesia.

#### **3.2. Jenis Data**

Berdasarkan jenisnya, data yang digunakan adalah:

##### **1. Data Kualitatif**

Data kualitatif yaitu data yang didapat melalui proses analisis dan tidak dapat diperoleh secara langsung. Dapat juga berupa data hasil wawancara atau observasi dengan pihak terkait.

##### **2. Data Kuantitatif**

Data berupa angka atau bilangan yang sesuai dengan kebutuhan pengerjaan penelitian.

### **3.3. Sumber Data**

Berdasarkan sumbernya, data yang digunakan adalah:

#### **1. Data Primer**

Data primer merupakan data yang diperoleh atau didapat secara langsung dari sumbernya. Teknik yang digunakan dalam pengumpulan data primer adalah observasi atau wawancara yang dilakukan langsung terhadap pihak dari industri pembangkit listrik.

#### **2. Data Sekunder**

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari studi literatur dari beberapa referensi yang berkaitan dengan penelitian

### **3.4. Teknik Pengumpulan Data**

Teknik yang dilakukan untuk pengumpulan data yaitu:

#### **1. Studi Literatur**

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari literatur dari berbagai sumber yang berkaitan dengan masalah yang sedang dibahas hingga akhirnya mendapatkan sebuah data yang bermanfaat.

#### **2. Survey Pendahuluan**

Survey pendahuluan dilakukan untuk memperoleh gambaran awal dari permasalahan yang dibahas. Survey pendahuluan meliputi survey tentang pangsa pasar dari industri kapal pembangkit listrik.

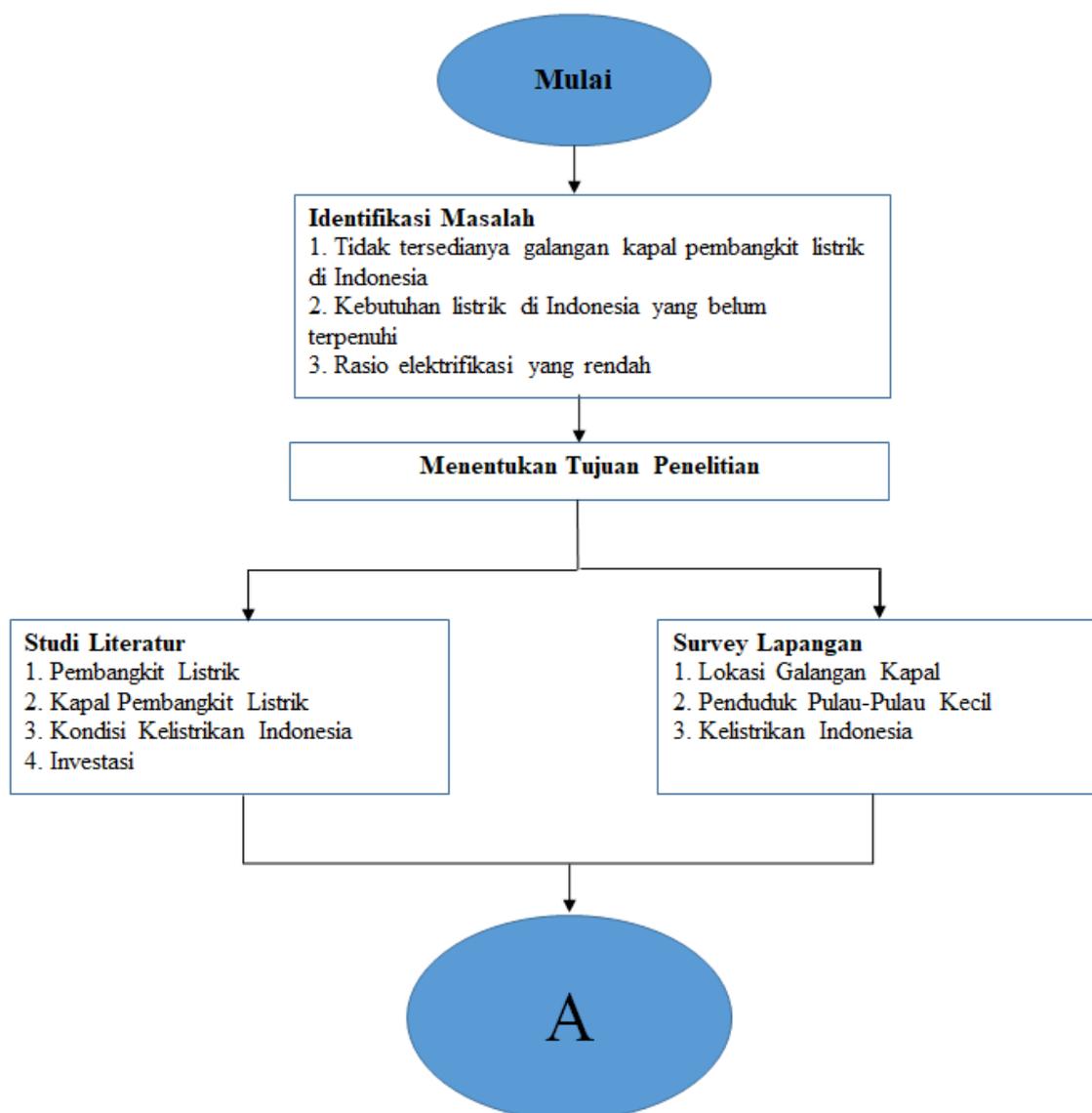
#### **3. Survey Lapangan**

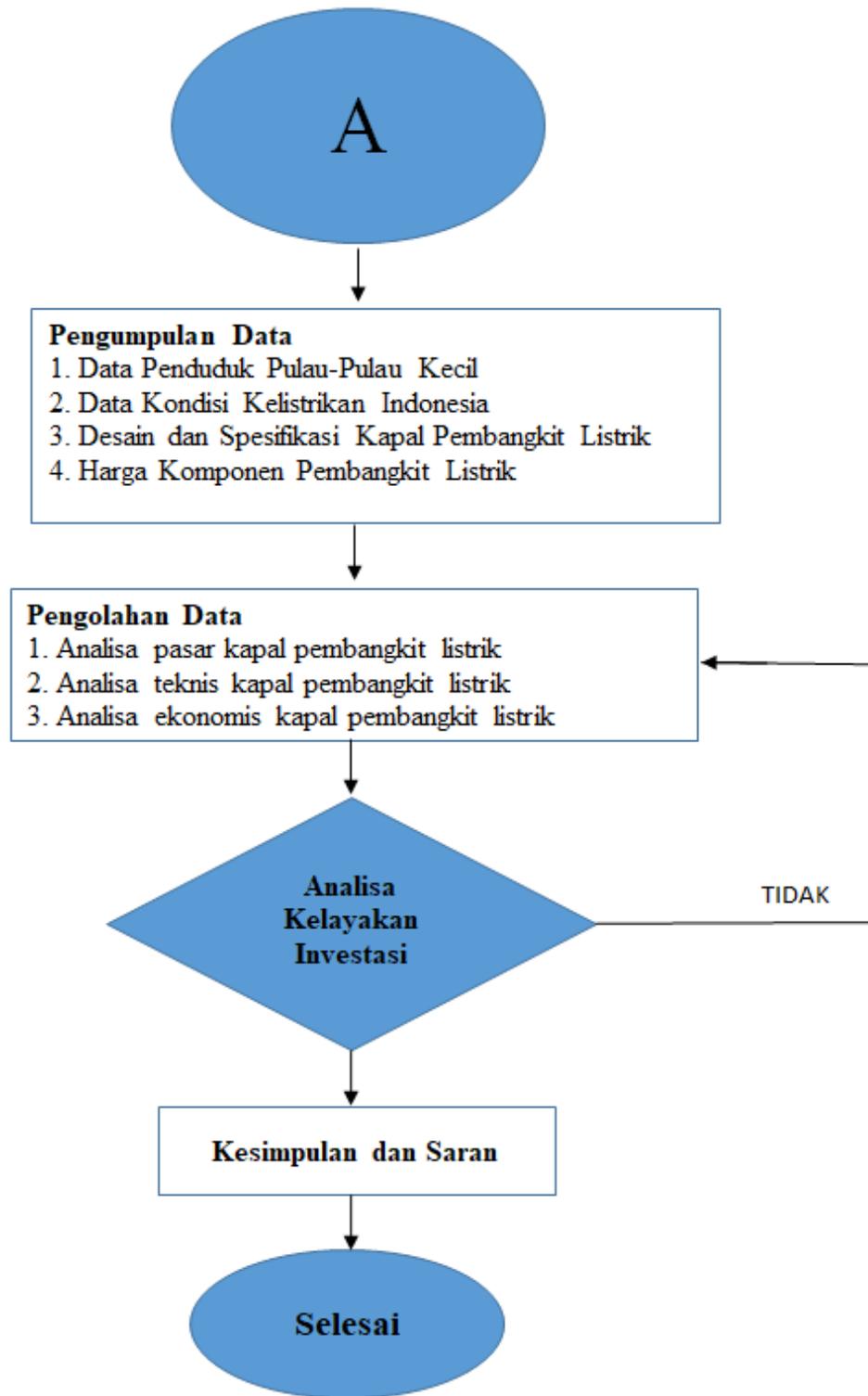
Survey lapangan dilakukan dengan mengamati langsung objek yang berhubungan dengan penelitian hingga didapatkan data-data yang diperlukan dalam penyelesaian penelitian ini.

### **3.5. Alur Penyelesaian Tugas Akhir**

Analisa yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah analisa teknis dan ekonomis. Analisa teknis yang dilakukan meliputi pemilihan lokasi pembangunan industri kapal pembangkit listrik, penentuan sarana dan fasilitas penggalang sebagai sarana produksi, perencanaan tata letak (*layout*) dari industri kapal pembangkit listrik yang sesuai, serta desain dari kapal pembangkit listrik sebagai produk yang akan dihasilkan. Sedangkan analisa ekonomis yang dilakukan yaitu menentukan besarnya nilai investasi yang diperlukan dalam

pembangunan industri kapal pembangkit listrik yang terdiri dari biaya persiapan dan manajemen, biaya pembebasan lahan, biaya pembangunan sarana dan fasilitas penggalang, dan pengadaan fasilitas produksi. Selain itu dilakukan juga analisa mengenai pengeluaran yang dilakukan perusahaan yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, dan biaya operasional lainnya hingga diketahui pendapatan yang diperoleh perusahaan. Kemudian dilakukan analisa mengenai waktu kembalinya investasi yang telah dilakukan serta dilakukan analisa kelayakan pembangunan industri kapal pembangkit listrik. Adapun diagram alir untuk metodologi tugas akhir ini dapat dilihat pada





Gambar 3.1 Diagram Alir

## **BAB 4**

### **ANALISA PASAR**

#### **4.1. Kondisi Eksisting Kapal Pembangkit Listrik**

Jumlah kapal pembangkit listrik di Indonesia masih sangat minim, sejauh ini hanya ada lima kapal pembangkit listrik di Indonesia yang seluruhnya didatangkan dari perusahaan asal Turki yaitu Karpowership. Kelima kapal tersebut masing-masing beroperasi di Belawan, Kupang, Lombok, Manado, dan Ambon. Padahal kebutuhan listrik di Indonesia sampai saat ini masih cukup tinggi, hal ini dapat dilihat dari rasio elektrifikasi yang masih belum merata, masih seringnya dilakukan pemadaman terutama di Indonesia Bagian Timur, masih banyaknya pulau-pulau kecil yang belum dialiri listrik, dan juga program 35.000 MW yang dicanangkan oleh pemerintah menunjukkan bahwa Indonesia masih kekurangan pasokan listrik. Beberapa kendala yang dihadapi mengapa perkembangan kapal pembangkit listrik di Indonesia masih kurang adalah:

1. Belum adanya industri khusus kapal pembangkit listrik
2. Belum adanya aturan yang jelas mengenai kapal pembangkit listrik
3. Masih minimnya perusahaan yang bergerak di bidang *floating power plant*

Akhirnya pada tahun 2015 PT PLN (Persero) teken kontrak dengan Karadeniz Powership atas perjanjian kerja sama kapal pembangkit listrik yang berlangsung selama lima tahun (kompas, 2016). Perjanjian kerja sama ini berupa lima buah kapal pembangkit listrik yang akan ditempatkan di lima wilayah berbeda di Indonesia, yaitu di Belawan dengan kapasitas 240 MW, Manado dengan kapasitas 120 MW, Kupang dengan kapasitas 60 MW, Ambon dengan kapasitas 60 MW, dan Lombok dengan kapasitas 60 MW. Dengan adanya kapal pembangkit listrik ini diharapkan akan mampu memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia yang masih kurang terutama untuk pulau-pulau kecil dan terpencil yang sulit dijangkau oleh pembangkit listrik yang dibangun di darat. Selain itu kapal pembangkit listrik yang didatangkan dari Turki ini juga berguna sebagai *backup power* selama dilakukan proses peningkatan kapasitas pembangkit listrik di Indonesia.

#### 4.2. Kondisi Kelistrikan Nasional

Sampai dengan akhir tahun 2015 kapasitas terpasang pembangkit tenaga listrik di Indonesia mencapai 55,528.10 MW yang terdiri dari pembangkit PLN sebesar 38,314.23 MW dan Non PLN sebesar 17,213.87 MW dibandingkan dengan tahun 2014 sebesar 53,065.50 MW, maka kapasitas terpasang pembangkit tenaga listrik naik sebesar 2,462.60 MW atau 4,64%. Sedangkan rasio elektrifikasi sampai dengan akhir tahun 2015 mengalami peningkatan sebesar 3.94% dari sebelumnya 84.36% menjadi 88.3%. Rasio elektrifikasi sendiri adalah perbandingan antara rumah tangga berlistrik dengan jumlah rumah tangga. Dengan rasio elektrifikasi 88.3% Indonesia menjadi negara dengan rasio elektrifikasi terendah di Asia Tenggara. (Statistik Ketenagalistrikan, 2016).

Dari tingkat provinsi sampai akhir tahun 2015 ada sebelas provinsi dengan rasio elektrifikasi dibawah 80% seperti dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut

Tabel 4.1 Rasio Elektrifikasi Dibawah 80 %

No	Provinsi	Rasio Elektrifikasi
1	Kepulauan Riau	74.06 %
2	Sumatera Selatan	76.38 %
3	Nusa Tenggara Barat	68.05 %
4	Nusa Tenggara Timur	58.91 %
5	Kalimantan Tengah	67.23 %
6	Sulawesi Utara	69.64 %
7	Sulawesi Barat	66.78 %
8	Sulawesi Selatan	75.58 %
9	Gorontalo	74.11 %
10	Maluku	74.65 %
11	Papua	77.81 %

: (Sumber: Statistik Ketenagalistrikan PLN, 2016)

D  
Indone  
kendala  
menuju  
diakses.

rebut berada di daerah  
Ini menunjukkan bahwa  
ran listrik ada pada akses  
li pulau kecil yang sulit

Dalam RUPTL PLN tahun 2016 dijelaskan bahwa kendala utama dalam mengatasi kondisi kelistrikan di Indonesia adalah keterbatasan kemampuan pembangkit yang dimiliki PLN dan kondisi geografis sebagian wilayah Indonesia yang tersebar dan atau terpencil di pulau-pulau kecil. Kendala-kendala tersebut menyebabkan penyambungan pelanggan rumah tangga per region tidak merata dan juga peningkatan rasio elektrifikasi per region tidak merata.

Dalam mengatasi hal ini pemerintah memiliki sebuah program yaitu 35,000 MW dengan investasi diatas Rp. 1,100 Triliun dan juga membuat beberapa peraturan yang mendukung kebijakan tersebut. Namun ada beberapa tantangan dalam mewujudkan kebijakan 35,000 MW tersebut, antara lain:

1. Bentuk Negara Indonesia yang berupa kepulauan membuat akses antar pulau hanya dapat melalui laut atau udara.
2. Pembangunan infrastruktur yang belum merata
3. Luas lahan yang terbatas
4. Investasi dengan nilai yang besar.

#### **4.3. Segmentasi Pasar Kapal Pembangkit Listrik**

Dalam perencanaan industri pembangkit kapal listrik diperlukan konsumen yang membutuhkan manfaat dari kapal pembangkit listrik ini, segmentasi konsumen dari kapal pembangkit listrik ini saat ini adalah penduduk pada pulau-pulau kecil yang ada di Indonesia dimana sebagian besar dari pulau-pulau tersebut belum dialiri listrik sama sekali atau sudah dialiri listrik namun sering dilakukan pemadaman.

Segmentasi pasar kapal pembangkit listrik ini mengutamakan pulau-pulau kecil yang berada pada provinsi dengan rasio elektrifikasi yang masih rendah dan juga pada provinsi yang memiliki kondisi geografi kepulauan atau dengan kata lain provinsi yang memiliki pulau yang cukup banyak. Penilaian peramalan segmentasi pasar kapal pembangkit listrik dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, Statistik Ketenagalistrikan PT PLN (Persero), dan data dari Direktorat Pendayagunaan Pulau-Pulau Kecil, serta pendapat (*judgment*) dari penulis. Segmentasi produk kapal pembangkit listrik ini dapat bertambah seiring dengan berkembangnya produk kapal pembangkit listrik menjadi skala yang lebih besar.

Penilaian pasar industri kapal pembangkit listrik ini ditentukan penulis menggunakan pendekatan kualitatif karena industri jenis ini masih tergolong baru di Indonesia sehingga data yang tersedia mengenai produk ini masih terbatas.

Variabel yang digunakan dalam pertimbangan segmentasi pasar ini adalah sebagai berikut:

1. Kondisi Kelistrikan

Penilaian terhadap permintaan pasar kapal pembangkit listrik dapat mengacu pada kondisi kelistrikan di Indonesia dimana kita dapatkan sebelas provinsi dengan rasio elektrifikasi dibawah 80%, yaitu dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Rasio Elektrifikasi Beberapa Provinsi Di Indonesia

No	Provinsi	Rasio Elektrifikasi
1	Kepulauan Riau	74.06 %
2	Sumatera Selatan	76.38 %
3	Nusa Tenggara Barat	68.05 %
4	Nusa Tenggara Timur	58.91 %
5	Kalimantan Tengah	67.23 %
6	Sulawesi Utara	69.64 %
7	Sulawesi Barat	66.78 %
8	Sulawesi Selatan	75.58 %
9	Gorontalo	74.11 %
10	Maluku	74.65 %
11	Papua	77.81 %

(Sumber: Statistik Ketenagalistrikan PLN, 2016)

Kemu  
didap:  
masin  
Provin  
Provinsi Nusa Tenggara Barat. Untuk jumlah penduduk provinsi lainnya dapat dilihat pada *Lampiran A*.

luduk yang  
lah penduduk dari  
l 4.3 untuk  
, dan Tabel 4.5

Tabel 4.3 Pulau Berpenduduk Provinsi Kepulauan Riau Tahun 2014

No	Pulau Berpenduduk	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	Jang	2,142
2	Karas Besar	2,260
3	Labun	52
4	Mantang	2,139
5	Mapur	1,019
6	Moro Darat	799
7	Panjang	780
8	Parit	617
9	Pekajang Kecil	687
10	Semakau Panjang	48
11	Siantan	45
12	Subi Kecil	2,888

(Sumber: Direktorat Pendayagunaan Pulau Kecil, 2017)

No	Pulau Berpenduduk	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	Nisa, N	4,218
2	Gilisudaq	3,165
3	Gilitapan	1,203
4	Amben Gili	2,106
5	Asahan Gili	2,974
6	Gede Gili	3,793
7	Kedis Gili	5,128
8	Layar Gili	4,912
9	Nanggu Gili	3,528
10	Rengit Gili	6,993
11	Sudaq Gili	3,712
12	Tangkong Gili	2,192
13	Belek Gili	3,961
14	Bidara Gili	1,763
15	Maringkik Gili	3,842
16	Ree Gili	3,164

(Sumber: Direktorat Pendayagunaan Pulau Kecil, 2017)

Tabel 4.5 Pulau Berpenduduk Provinsi NTT Tahun 2014

No	Pulau Berpenduduk	Jumlah Penduduk (Jiwa)	No	Pulau Berpenduduk	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	Babi	1,831	17	Palue	7,708
2	Bajo	628	18	Pangabatang	1,330
3	Besar	3,647	19	Pantar	12,899
4	Dambilah	1,330	20	Parumaan	194
5	Ende	6,498	21	Pemana Besar	1,831
6	Halura	3,548	22	Pura	2,228
7	Kanawa	182	23	Raijua	1,113
8	Kangge	644	24	Rinca	1,166
9	Komodo	1,349	25	Rusa	644
10	Konga	996	26	Sabu	18,614
11	Landu	1,474	27	Semau	2,856
12	Longos	891	28	Seraya Besar	2,055
13	Manuk Nusa	1,238	29	Seraya Kecil	261
14	Mules	2,528	30	Sika	2,808
15	Ndao	3,123	31	Solor	20,884
16	Nuse	3,123			

(Sumber: Direktorat Pendayagunaan Pulau Kecil, 2017)

## 2. Kondisi Geografis Negara Indonesia

Variabel penilaian yang selanjutnya adalah kondisi geografis dari negara Indonesia. Dengan mengetahui kondisi geografis di Indonesia yang berupa kepulauan yaitu berupa jumlah pulau-pulau kecil berpenduduk yang tersebar di berbagai provinsi yang ada di Indonesia dan juga jumlah penduduknya dimana mayoritas dari pulau-pulau kecil tersebut belum dialiri listrik karena kondisinya yang terpencil ataupun karena akses yang sulit menuju pulau tersebut. Dari jumlah pulau per provinsi tersebut kemudian dibandingkan dengan jumlah keluarga yang belum dialiri listrik berdasarkan rasio elektrifikasi maka dapat diketahui provinsi mana saja yang memiliki pulau kecil berpenduduk dalam jumlah cukup banyak yang dapat dijadikan pasar dari kapal pembangkit listrik. Karena keterbatasan data penduduk untuk pulau-pulau kecil maka untuk Provinsi Maluku, Maluku Utara, dan Papua Barat penentuan kebutuhan listrik dilakukan dengan cara mengklasifikasikan pulau-pulau kecil yang ada pada provinsi tersebut berdasarkan kecamatan per kota atau kabupaten kemudian kebutuhan listrik didapatkan dari jumlah penduduk pada kecamatan tersebut. Tabel 4.6 merupakan data

provinsi yang memiliki pulau kecil berpenduduk diatas 10 pulau dan jumlah penduduk yang belum dialiri listrik beserta kebutuhan listrik yang belum terpenuhi:

Tabel 4.6 Jumlah Pulau Kecil Berpenduduk dan Kebutuhan Listriknnya

No	Provinsi	Jumlah Pulau	Keluarga Belum Berlistrik	Asumsi Kebutuhan Listrik (MW)
1	Kepulauan Riau	12	130,848	7.89
2	Nusa Tenggara Barat	31	424,509	21.82
3	Nusa Tenggara Timur	30	1,314,126	24.67
4	Maluku	171	66,332	62.6
5	Maluku Utara	88	60,634	15.9
6	Sulawesi Selatan	12	162,922	10.8
7	Papua Barat	66	41,681	134.2

(Sumber: Direktorat Pendayagunaan Pulau Kecil, 2017)

pal pembangkit

listrik p

Tabel 4.7 JUSUUKASI Potensi Pasar Kapal Pembangkit Listrik

No	Provinsi	Jumlah Pulau	Kebutuhan Listrik (MW)	Jumlah Kapal (Unit)
1	Nusa Tenggara Barat	31	21.82	8
2	Nusa Tenggara Timur	30	26.67	4
3	Maluku	171	62.6	8

4	Maluku Utara	88	15.9	8
5	Sulawesi Selatan	12	10.8	5
6	Papua Barat	66	134.2	7
Total				40

Dari Tabel 4.7 maka didapatkan potensi pasar kapal pembangkit listrik untuk pulau kecil di Indonesia yang tersebar di lima provinsi di Indonesia adalah sebanyak 40 buah kapal. Dengan asumsi satu kota atau kabupaten terdapat satu unit kapal, kebutuhan listrik paling besar dalam satu kota atau kabupaten dalam satu provinsi adalah 7.9 MW untuk Kabupaten Lombok Barat dan dengan perkiraan peningkatan kebutuhan listrik sebesar 8.6% per tahun maka kapasitas kapal pembangkit listrik yang direncanakan minimal 8 MW sehingga kapasitas pembangkit listrik yang digunakan adalah sebesar 8.6 MW. Jika diasumsikan kapal pembangkit listrik ini dapat terpenuhi dalam 20 tahun maka terdapat 2 unit permintaan kapal per tahun.

## **BAB 5**

# **ANALISA TEKNIS INDUSTRI KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK**

Dalam analisa teknis ini dilakukan beberapa analisa yang meliputi analisa pemilihan lokasi industri kapal pembangkit listrik, perencanaan produk, proses pembuatan produk, peralatan dan fasilitas yang dibutuhkan, dan tata letak atau *layout* pabrik. Pemilihan lokasi industri memperhatikan beberapa aspek seperti ketersediaan tenaga kerja, keterediaan bahan baku, luas area, rencana tata letak, dan ketersediaan infrastruktur penunjang. Selain itu dilakukan juga analisa SWOT untuk lokasi industri. Untuk analisa perencanaan dan pembuatan produk dimulai dari tahap desain produk, kemudian ke tahap produksi yaitu tahap persiapan kemudian fabrikasi, *sub assembly*, *assembly*, dan *erection*. Kemudian dari desain produk dapat ditentukan peralatan dan fasilitas apa saja yang diperlukan dalam proses produksi. Tata letak dapat dibuat setelah mengetahui proses dan tahapan dari proses produksi sehingga didapatkan tata letak yang sesuai dengan kebutuhan.

### **5.1. Analisa Lokasi Industri**

#### **5.1.1. Analisa Pemilihan Lokasi**

Lokasi adalah hal yang krusial dalam merencanakan sebuah industri. Dalam memilih lokasi industri perlu dilakukan banyak pertimbangan karena akan menyangkut terhadap perkembangan industri itu sendiri ker depannya. Beberapa alasan mengapa sebuah industri harus dibangun di lokasi yang tepat adalah:

1. Berkaitan dengan investasi jangka panjang dengan jumlah modal yang tersedia, serta tingkat ketidakpastian yang tinggi.
2. Berkaitan dengan ketentuan kendala operasionalisasi yang bersifat sedikit permanen seperti peraturan-peraturan pemerintah baik pusat maupun daerah, latar belakang tenaga kerja, kondisi lingkungan sekitar.
3. Konsekuensi posisi yang kompetitif atas kelangsungan hidup perusahaan, yaitu dalam hal penentuan biaya produksi yang minimum dan pendistribusian produk ke pasar yang dikehendaki.

Dalam menentukan lokasi untuk industri kapal pembangkit ini digunakan metode kualitatif yaitu dengan pembobotan. Metode ini dilakukan dengan dasar

penilaian terhadap faktor-faktor tertentu dari lokasi yang tersedia. Sebelumnya pemilihan calon lokasi industri dilakukan dengan pertimbangan jarak dari pasar yang ada, ketersediaan tenaga kerja, dan ketersediaan bahan baku di sekitar lokasi sehingga kemudian didapatkan dua lokasi di Provinsi Jawa Timur. Langkah- langkah yang dilakukan dalam penilaian lokasi dengan metode pembobotan ini adalah:

1. Menentukan aspek apa saja yang akan dinilai
2. Melakukan survey lokasi
3. Memberikan nilai untuk aspek yang dinilai
4. Memberikan bobot berdasarkan tingkat kepentingan dari aspek yang ada
5. Mengalikan nilai dengan bobot dari setiap aspek
6. Menentukan lokasi dengan melihat nilai pembobotan yang paling tinggi.

Dalam tugas akhir ini ada beberapa aspek yang dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi, yaitu sebagai berikut:

1. Kondisi Lahan

Kondisi geografis yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi adalah kemampuan lahan dan penggunaan lahan. Klasifikasi lahan dibagi menjadi tiga yaitu klasifikasi rendah (kelas 1) dengan kemiringan >15%, menengah (kelas 2) dengan kemiringan 5%-15% dan tinggi (kelas 3) dengan kemiringan 0%-5%. Sub aspek penilaiannya dapat dilihat pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Klasifikasi Kemampuan Lahan

<b>Kelas Kemampuan Lahan</b>	<b>Nilai</b>	<b>Faktor Pertimbangan</b>
Rendah (kelas 1)	1	Rendahnya kemampuan lahan terutama disebabkan karena kondisi topografi yang curam dan bahaya terhadap bencana
Sedang (kelas 2)	2	Daya dukung lahan cukup baik, meskipun merupakan daerah rawa-rawa
Tinggi (kelas 3)	3	Daya dukung lahan sangat baik, ditinjau dari topografi yang landai, jenis tanah dengan tekstur sedang, dan bukan merupakan daerah yang rawan terjadi bencana

Sedangkan untuk penggunaan lahan dibagi menjadi tiga yaitu kawasan perumahan, kawasan industri, dan kawasan pelabuhan. Kawasan pelabuhan menjadi lokasi yang sangat cocok untuk penempatan industri kapal pembangkit listrik. Untuk penilaiannya dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Klasifikasi Penggunaan Lahan

<b>Klasifikasi</b>	<b>Nilai</b>	<b>Faktor Pertimbangan</b>
Kawasan Perumahan	1	Daerah tidak sesuai untuk lokasi galangan atau industri
Kawasan Industri	2	Daerah yang cukup sesuai untuk lokasi galangan atau industri
Kawasan Pelabuhan	3	Daerah yang sangat sesuai untuk lokasi galangan atau industri

## 2. Ketersediaan Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan kebutuhan mutlak dari sebuah industri karena tanpa adanya tenaga kerja sebuah industri tidak akan berjalan. Hal yang dipertimbangkan dalam aspek ini adalah kuantitas dan kualitas tenaga kerja di sekitar lokasi industri. Penilaian untuk aspek tenaga kerja dapat dilihat pada Tabel 5.3

Tabel 5.3 Klasifikasi Ketersediaan Tenaga Kerja

<b>Klasifikasi</b>	<b>Nilai</b>	<b>Faktor Pertimbangan</b>
Tidak Mendukung	1	Tenaga kerja terbatas dengan kualitas yang kurang baik
Mendukung	2	Tenaga kerja terbatas dengan kualitas yang baik
Sangat Mendukung	3	Tenaga kerja melimpah dengan kualitas yang baik

## 3. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan bentuk awal dari sebuah produk sebelum melalui proses produksi dalam suatu industri. Ketersediaan bahan baku menjadi aspek yang dipertimbangkan karena menentukan kontinuitas dari sebuah industri. Aspek yang dinilai adalah kuantitas dan kualitas bahan baku, kontinuitas bahan baku, serta jarak dari bahan baku ke lokasi industri. Aspek penilainnya dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Aspek Penilaian Ketersediaan Bahan Baku

<b>Klasifikasi</b>	<b>Nilai</b>	<b>Faktor Pertimbangan</b>
Tidak Mendukung	1	Lokasi bahan baku jauh dengan industri, kuantitas sedikit
Mendukung	2	Lokasi bahan baku jauh dengan industri, kuantitas dan kualitas baik
Sangat Mendukung	3	Lokasi bahan baku dekat dengan industri, kuantitas dan kualitas baik

#### 4. Pemasaran

Pemasaran dalam hal ini merupakan besaran permintaan pasar kapal pembangkit listrik pada lokasi terpilih, faktor yang berpengaruh adalah permintaan pasar dan pesaing industri. Klasifikasi penilaiannya dapat dilihat pada Tabel 5.5

Tabel 5.5 Klasifikasi Pemasaran

<b>Klasifikasi</b>	<b>Nilai</b>	<b>Faktor Pertimbangan</b>
Tidak ada pesaing	1	Tidak ada galangan kapal pembangkit listrik di sekitar lokasi dan permintaan rendah
Terdapat beberapa galangan kapal pembangkit listrik namun tidak ada pesaing	2	Terdapat beberapa galangan kapal pembangkit listrik di sekitar lokasi namun berbeda pasar
Terdapat beberapa galangan kapal pembangkit listrik dan tidak ada pesaing	3	Terdapat beberapa galangan kapal pembangkit listrik di sekitar lokasi namun berbeda pasar

#### 5. Rencana Tata Ruang

Kemudian adalah faktor tata ruang yang menyesuaikan dengan tata ruang perkotaan atau rencana tata ruang. Pengembangan tata ruang perkotaan yang telah direncanakan oleh pemerintah setempat harus disesuaikan dengan pemilihan lokasi. Berikut merupakan klasifikasi penilaian untuk aspek rencana tata ruang pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Klasifikasi Rencana Tata Ruang

<b>Klasifikasi</b>	<b>Nilai</b>	<b>Faktor Pertimbangan</b>
SSWP 1 untuk wilayah pertanian	1	Arahan pengembangan tidak sesuai untuk galangan kapal
SSWP 2 untuk wilayah peternakan	1	Arahan pengembangan tidak sesuai untuk galangan kapal
SSWP 3 untuk wilayah industri	3	Arahan pengembangan sangat sesuai untuk galangan kapal
SSWP 4 untuk wilayah pelabuhan	3	Arahan pengembangan sangat sesuai untuk galangan kapal

#### 6. Kecukupan Infrastruktur

Infrastruktur merupakan sarana penunjang yang telah tersedia di sekitar lokasi yang direncanakan. Sub aspek yang dipertimbangkan dalam infrastruktur ini meliputi kondisi akses menuju lokasi, ketersediaan aliran listrik, air bersih, jaringan

telekomunikasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Error! Reference source not found.

Tabel 5.7 Klasifikasi Kecukupan Infrastruktur

Klasifikasi	Nilai	Faktor Pertimbangan
Listrik, air bersih, telepon, dan jalan tidak terpenuhi	1	Pada pulau atau daerah tersebut tidak tersedia salah satu jenis infrastruktur
Listrik, air bersih, telepon, dan jalan terpenuhi dengan pengecualian	2	Infrastruktur tersedia dengan melewati proses administrasi dan instalasi tertentu
Listrik, air bersih, telepon, dan jalan terpenuhi	3	Infrastruktur di daerah tersebut sudah tersedia tanpa instalasi tertentu

## 7. Modal

Modal merupakan faktor penting dalam penentuan lokasi karena menentukan besaran nilai investasi serta jangka waktu kembalinya investasi tersebut. Dalam aspek ini modal yang dimaksud adalah harga tanah pada lokasi perencanaan industri. Penilaian aspek ini dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Klasifikasi Modal

Klasifikasi	Nilai	Faktor Pertimbangan
Harga tanah diatas Rp. 2,000.000/m <sup>2</sup>	1	Harga tanah pada rencana lokasi melebihi dua juta rupiah
Harga tanah antara Rp. 1,000,000 – Rp. 2,000,000/ m <sup>2</sup>	2	Harga tanah pada rencana lokasi berkisar satu juta rupiah sampai dua juta rupiah
Harga tanah dibawah Rp. 1,000.000/ m <sup>2</sup>	3	Harga tanah pada rencana lokasi kurang dari satu juta rupiah

### 5.1.2. Lokasi Pertama

Lokasi pertama adalah Desa Buluk Agung, Kecamatan Klampis, Kabupaten Bangkalan, Madura, Jawa Timur seperti dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Lokasi Pertama

Untuk lokasi pertama ini didapatkan data-data sebagai berikut:

1. Batas Wilayah

Batas wilayah dari rencana lokasi pertama di Desa Buluk Agung ini adalah sebagai berikut:

- |                           |                                       |
|---------------------------|---------------------------------------|
| Batas Batas Sebelah Utara | : Laut Jawa                           |
| Batas Sebelah Barat       | : Desa Mrandung, Kecamatan Klampis    |
| Batas Sebelah Selatan     | : Desa Buluk Agung, Kecamatan Klampis |
| Batas Sebelah Timur       | : Desa Bator, Kecamatan Klampis       |

2. Analisa SWOT

Dari analisa SWOT untuk lokasi pertama ini didapatkan data-data, yaitu:

- *Strength*  
 Lokasi Buluk Agung memiliki kekuatan berupa harga tanah yang murah sebesar Rp 800,000,- / m<sup>2</sup>. Sehingga potensi market yang begitu besar untuk galangan yang direncanakan di Buluk Agung. Investasi untuk pengelolaan tanah tidak begitu besar karena tidak memerlukan dana untuk proses pengerukan apabila akan dilakukan pengembangan area industri.
- *Weakness*  
 Lokasi Buluk Agung memiliki kelemahan berupa Infrastruktur, letaknya berada di jalan antar provinsi namun cukup jauh dari pusat kota sehingga keberadaan

infrastruktur masih kurang. Kondisi ini memerlukan perbaikan infrastruktur berupa penyediaan infrastruktur pendukung dan pembukaan jalan menuju lokasi galangan.

- *Opportunities*

Lokasi Buluk Agung memiliki peluang pasar yang besar dengan rencana akan dibangunnya pelabuhan besar Pelabuhan Internasional Kool, Klampis. Banyak kapal yang akan berlalu lalang di perairan lokasi 2. selain itu daerah ini juga tidak ada galangan kapal sehingga persaingan tidak terlalu tinggi.

- *Threats*

Lokasi Buluk Agung memiliki ancaman berupa kondisi lingkungan di sekitar lokasi galangan rawan dengan tindak kriminal karena minimnya insfrastruktur dan jauhnya dari pusat perkotaan.

### 3. Kondisi Lahan

Kondisi lahan yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi adalah kondisi daratan yang meliputi jenis tanah, daya dukung tanah, dan topografi serta kondisi perairan yang meliputi kedalaman air, bathimetri.

Lokasi pertama ini memiliki luas lahan yang cukup luas yaitu sekitar 3 ha dengan daerah sekeliling yang berupa tanah kosong sehingga memungkinkan dibangun industri dengan area yang luas. Lokasi ini juga terletak disamping Jalan Raya Klampis yang menghubungkan antar Kota atau Kabupaten di Pulau Madura. Kedalaman air di lokasi ini berkisar antara tiga sampai empat meter dengan kontur tanah yang datar dan terdiri dari karang dan sebagian tanah kapur seperti dapat dilihat pada Gambar 5.2.

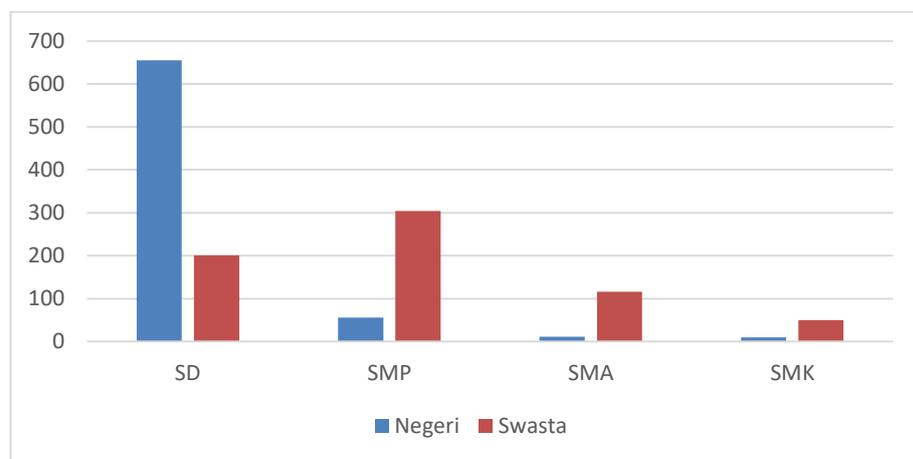


Gambar 5.2 Kondisi Tanah Lokasi Pertama

#### 4. Ketersediaan Tenaga Kerja

Penentuan suatu lokasi industri harus mempertimbangkan ketersediaan tenaga kerja yang tersedia di daerah sekitarnya. Selain secara kuantitas perlu diperhatikan juga kualitas tenaga kerja yang tersedia yang meliputi tingkat pendidikan, kemampuan serta keterampilan pekerja itu sendiri dan juga upah minimum kerja di wilayah tersebut.

Data sarana pendidikan formal di wilayah Kabupaten Bangkalan tahun 2012 dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Sarana Pendidikan Formal Tahun 2012

(Sumber: bangkalan.bps.go.id)

Dari Gambar 5.3

cukup banyak sar

industri dalam ha

Kabupaten Bangk

pada Tabel 5.9 yaitu Rp. 1,530,660

en Bangkalan tersedia

menunjang keberadaan

upah minimum kerja di

lah seperti dapat dilihat

Tabel 5.9 UMK Jawa Timur Tahun 2017

No	Kota/Kabupaten	UMK (Rp)	No	Kota/Kabupaten	UMK (Rp)
1	Kota Surabaya	3,296,220.00	20	Kabupaten Kediri	1,576,120.00
2	Kabupaten Gresik	3,293,510.00	21	Kabupaten Lumajang	1,555,560.00
3	Kabupaten Sidoarjo	3,290,800.00	22	Kabupaten Tulungagung	1,537,150.00
4	Kabupaten Pasuruan	3,288,100.00	23	Kabupaten Bondowoso	1,533,910.00
5	Kabupaten Mojokerto	3,279,980.00	24	Kabupaten Bangkalan	1,530,660.00
6	Kabupaten Malang	2,368,510.00	25	Kabupaten Nganjuk	1,527,410.00
7	Kota Malang	2,272,170.00	26	Kabupaten Blitar	1,520,920.00
8	Kota Batu	2,193,150.00	27	Kabupaten Sumenep	1,513,340.00

No	Kota/Kabupaten	UMK (Rp)	No	Kota/Kabupaten	UMK (Rp)
9	Kabupaten Jombang	2,082,730.00	28	Kota Madiun	1,509,010.00
10	Kabupaten Tuban	1,901,960.00	29	Kota Blitar	1,509,010.00
11	Kota Pasuruan	1,879,220.00	30	Kabupaten Sampang	1,501,430.00
12	Kabupaten Probolinggo	1,879,220.00	31	Kabupaten Situbondo	1,487,360.00
13	Kabupaten Jember	1,763,400.00	32	Kabupaten Pamekasan	1,461,380.00
14	Kota Mojokerto	1,735,250.00	33	Kabupaten Madiun	1,450,550.00
15	Kota Probolinggo	1,735,250.00	34	Kabupaten Ngawi	1,444,060.00
16	Kabupaten Banyuwangi	1,730,920.00	35	Kabupaten Probolinggo	1,388,850.00
17	Kabupaten Lamongan	1,702,780.00	36	Kabupaten Pacitan	1,388,850.00
18	Kota Kediri	1,617,260.00	37	Kabupaten Trenggalek	1,388,850.00
19	Kabupaten Bojonegoro	1,582,620.00	38	Kabupaten Magetan	1,388,850.00

(Sumber: PERGUB Jawa Timur No 121 Tahun 2016)

g penting dalam sebuah  
 1 apabila tidak ada suplai  
 . baku adalah kualitas dan  
 kuantitas bahan baku, serta jarak dari lokasi bahan baku ke lokasi industri.

Di wilayah sekitar lokasi pertama ini ketersediaan bahan baku kurang tersedia dengan baik, suplai bahan baku terdekat dapat dilakukan melalui industri-industri yang ada di daerah Surabaya maupun Gresik. Namun meskipun begitu akses untuk pengiriman barang dari luar wilayah Madura didukung dengan akses jalan yang baik dan juga dapat dilakukan pengiriman via laut.

#### 6. Pemasaran

Berdasarkan hasil survey di lokasi pertama tidak terdapat galangan kapal pembangkit listrik dan permintaan pasar tinggi karena jaraknya dekat ke pasar yang tersedia.

#### 7. Rencana Tata Ruang

Rencana tata ruang sangat berpengaruh karena merupakan suatu instrumen untuk mengembangkan suatu wilayah. Berdasarkan data dari Rencana Tata Ruang Wilayah Pulau Madura, didapatkan bahwa daerah lokasi Kabupaten Bangkalan termasuk wilayah untuk pengembangan industri. Jadi dapat disimpulkan bahwa

lokasi galangan kapal yang direncanakan di Madura sudah memenuhi salah satu kriteria untuk pembangunan galangan kapal di suatu wilayah.

#### 8. Kecukupan Infrastruktur

Kondisi infrastruktur merupakan sarana pendukung yang telah disediakan oleh pemerintah dan telah ada di lokasi yang direncanakan menjadi galangan. Infrastruktur yang dipertimbangkan meliputi sarana transportasi berupa jalan raya, pelabuhan, bandara udara, kebutuhan energi yang menyuplai tenaga listrik, air, telekomunikasi, bahan bakar dan gas. Dari lokasi ini infrastruktur yang tersedia sudah cukup baik untuk menunjang suatu industri hal ini karena lokasi ini berada di jalan raya seperti pada Gambar 5.4 yang menghubungkan antar kota atau kabupaten. Jaringan listrik maupun air bersih juga tersedia dengan baik di wilayah ini.



Gambar 5.4 Akses Jalan Lokasi Pertama

#### 9. Modal

Modal merupakan salah satu faktor penting dalam merencanakan sebuah usaha, besarnya modal atau nilai investasi akan menentukan banyak hal dalam sebuah industri kedepannya.

Di lokasi Desa Buluk Agung ini harga tanahnya adalah sekitar Rp 800,000/m<sup>2</sup>, harga tanah yang cukup murah ini menjadi keuntungan tersendiri untuk perencanaan sebuah industri karena dapat menekan modal awal.

### 5.1.3. Lokasi Kedua

Lokasi kedua terletak di Desa Prupuh, Kecamatan Panceng, Gresik, Jawa Timur seperti dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Lokasi Kedua

Untuk lokasi kedua ini didapatkan data-data sebagai berikut:

#### 1. Batas Wilayah

Batas wilayah dari rencana lokasi kedua di Desa Prupuh ini adalah sebagai berikut:

Batas Sebelah Utara	: Laut Jawa
Batas Sebelah Barat	: Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan
Batas Sebelah Selatan	: Kecamatan Solokuro
Batas Sebelah Timur	: Galangan Orela

#### 2. Analisa SWOT

Dari analisa SWOT untuk lokasi pertaman ini didapatkan data-data, yaitu

##### • *Strength*

Lokasi Gresik memiliki kekuatan berupa infrastruktur yang sangat mendukung untuk dibangun sebuah Industri Perkapalan. Infrastruktur tersebut meliputi akses jalan Provinsi, Terminal Bus, Kantor Kepala Desa dan akses menuju Kota.

##### • *Weakness*

Lokasi Gresik memiliki kelemahan berupa harga tanah yang lebih mahal dibanding lokasi pertama yaitu sebesar Rp 1.200.000,- / m<sup>2</sup>, disisi lain kondisi geografis lokasi Gresik yang terdiri dari tanah kapur.

- *Opportunities*

Lokasi Gresik memiliki peluang pasar yang besar karena secara geografis lokasi ini terletak diantara kawasan industri dimana di sekitar lokasi sudah ada galangan berskala kapal berskala kecil dan juga berada di jalur pelayaran nasional.

- *Threats*

Lokasi Gresik memiliki ancaman berupa luas lahan yang tidak terlalu luas apabila nantinya perusahaan akan melakukan ekspansi wilayah maka diperlukan reklamasi untuk menambah luas area galangan.

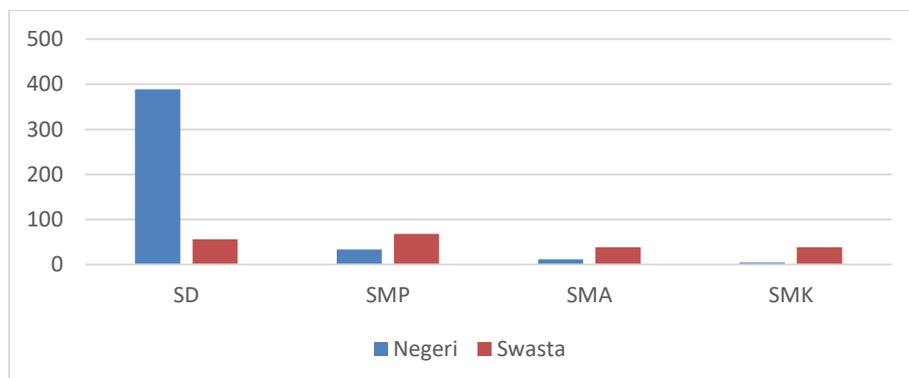
### 3. Kondisi Lahan

Kondisi geografis yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi adalah kondisi daratan yang meliputi jenis tanah, daya dukung tanah, dan topografi serta kondisi perairan yang meliputi kedalaman air, bathimetri.

Lokasi pertama ini memiliki luas lahan sekitar 2 ha. Lokasi ini juga terletak disamping Jalan Raya Ngembah-Campurejo. Kedalaman air di lokasi ini berkisar antara tiga sampai empat meter dengan kontur tanah yang datar dan sebagian area terdiri dari tanah kapur.

### 4. Ketersediaan Tenaga Kerja

Penentuan suatu lokasi industri harus mempertimbangkan ketersediaan tenaga kerja yang tersedia di daerah sekitarnya. Selain secara kuantitas perlu diperhatikan juga kualitas tenaga kerja yang tersedia yang meliputi tingkat pendidikan, kemampuan serta keterampilan pekerja itu sendiri serta UMK di wilayah tersebut.



Gambar 5.6 Sarana Pendidikan Formal Kabupaten Gresik

(Sumber: gresikkab.bps.go.id)

Dari Gambar 5.6 dapat dilihat bahwa di daerah Gresik sendiri untuk tahun 2017 terdapat cukup banyak sarana pendidikan formal dari SD hingga SMA dan SMK yang mampu menunjang sebuah industri. Nilai upah minimum kerja di Gresik tahun 2017 seperti dapat dilihat pada Tabel 5.10 adalah sebesar Rp. 3,293,510

Tabel 5.10 UMK Jawa Timur Tahun 2017

No	Kota/Kabupaten	UMK (Rp)	No	Kota/Kabupaten	UMK (Rp)
1	Kota Surabaya	3,296,22000	20	Kabupaten Kediri	1,576,120.00
2	Kabupaten Gresik	3,293,510.00	21	Kabupaten Lumajang	1,555,560.00
3	Kabupaten Sidoarjo	3,290,800.00	22	Kabupaten Tulungagung	1,537,150.00
4	Kabupaten Pasuruan	3,288,100.00	23	Kabupaten Bondowoso	1,533,910.00
5	Kabupaten Mojokerto	3,279,980.00	24	Kabupaten Bangkalan	1,530,660.00
6	Kabupaten Malang	2,368,510.00	25	Kabupaten Nganjuk	1,527,410.00
7	Kota Malang	2,272,170.00	26	Kabupaten Blitar	1,520,920.00
8	Kota Batu	2,193,150.00	27	Kabupaten Sumenep	1,513,340.00
9	Kabupaten Jombang	2,082,730.00	28	Kota Madiun	1,509,010.00
10	Kabupaten Tuban	1,901,960.00	29	Kota Blitar	1,509,010.00
11	Kota Pasuruan	1,879,220.00	30	Kabupaten Sampang	1,501,430.00
12	Kabupaten Probolinggo	1,879,220.00	31	Kabupaten Situbondo	1,487,360.00
13	Kabupaten Jember	1,763,400.00	32	Kabupaten Pamekasan	1,461,380.00
14	Kota Mojokerto	1,735,250.00	33	Kabupaten Madiun	1,450,550.00
15	Kota Probolinggo	1,735,250.00	34	Kabupaten Ngawi	1,444,060.00
16	Kabupaten Banyuwangi	1,730,920.00	35	Kabupaten Probolinggo	1,388,850.00
17	Kabupaten Lamongan	1,702,780.00	36	Kabupaten Pacitan	1,388,850.00
18	Kota Kediri	1,617,260.00	37	Kabupaten Trenggalek	1,388,850.00
19	Kabupaten Bojonegoro	1,582,620.00	38	Kabupaten Magetan	1,388,850.00

(Sumber: PERGUB Jawa Timur No 121 Tahun 2016)

ig dalam sebuah industri,

< ada supali bahan baku.

yang menjadi perhatian dari segi bahan baku adalah kualitas dan kuantitas bahan baku, serta jarak dari lokasi bahan baku ke lokasi industri.

Di sekitar lokasi kedua di Gresik ini ketersediaan bahan baku lebih baik dibandingkan dengan lokasi pertama tadi karena suplai bahan baku bisa

didapatkan dari perusahaan yang ada di sekitar Surabaya maupun Gresik itu sendiri.

6. Pemasaran

Berdasarkan hasil survey di lokasi pertama terdapat galangan kapal namun bukan galangan kapal pembangkit listrik dan permintaan pasar lebih rendah dibanding lokasi pertama karena lokasinya yang lebih jauh dengan pasar yang ada.

7. Rencana Tata Ruang

Rencana tata ruang sangat berpengaruh karena merupakan suatu instrumen untuk mengembangkan suatu wilayah. Berdasarkan data dari Rencana Tata Ruang Wilayah Pulau Madura, didapatkan bahwa daerah lokasi Kabupaten Bangkalan termasuk wilayah untuk pengembangan industri. Jadi dapat disimpulkan bahwa lokasi galangan kapal yang direncanakan di Madura sudah memenuhi salah satu kriteria untuk pembangunan galangan kapal di suatu wilayah.

8. Kondisi Infrastruktur Penunjang

Kondisi infrastruktur merupakan sarana pendukung yang telah disediakan oleh pemerintah dan telah ada di lokasi yang direncanakan menjadi galangan.

Dari lokasi ini infrastruktur yang tersedia kurang baik untuk menunjang suatu industri hal ini karena lokasi ini berada di jalan kecil seperti pada Gambar 5.7. Namun jaringan listrik maupun air bersih juga tersedia dengan baik di wilayah ini karena di sekitar wilayah ini juga terdapat beberapa industri lainnya.



Gambar 5.7 Akses Jalan Menuju Lokasi Kedua

## 9. Modal

Modal merupakan salah satu faktor penting dalam merencanakan sebuah usaha, besarnya modal atau nilai investasi akan menentukan banyak hal dalam sebuah industri kedepannya.

Di lokasi Desa Prupuh ini harga tanahnya adalah sekitar Rp 1,200,000/m<sup>2</sup>, harga tanah ini lebih mahal dibandingkan dengan harga tanah di lokasi pertama.

### 5.1.4. Pembobotan Lokasi

Pembobotan dilakukan untuk mengetahui pilihan lokasi yang akan menjadi lokasi industri kapal pembangkit listrik. Pembobotan dilakukan berdasarkan asumsi dan literatur pada mata kuliah Bisnis Perkapalan dengan metode pembobotan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Konsep dasarnya adalah dengan membandingkan satu aspek dengan aspek lainnya untuk menghasilkan bobot relatif antar aspek. (Saaty, 1986) Seluruh kriteria yang ada dihitung dengan menggunakan matriks untuk mendapatkan bobot. Matriks *pairwise comparison* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Skala Dasar Perbandingan

Skala Penilaian	Definisi	Keterangan
1	Sama pentingnya	Kedua elemen mempunyai pengaruh yang sama
3	Sedikit lebih penting	Pengalaman dan penilaian sangat memihak satu elemen dibandingkan dengan pasangannya
5	Lebih penting	Satu elemen sangat disukai dan secara praktis dominasinya sangat nyata, dibandingkan dengan elemen lainnya
7	Sangat penting	Satu elemen terbukti sangat disukai dan secara praktis dominasinya sangat nyata, dibandingkan dengan elemen lainnya
9	Mutlak lebih penting	Satu elemen terbukti mutlak lebih disukai dibandingkan dengan pasangannya, pada keyakinan tertinggi
2, 4, 6, 8	Nilai tengah	Diberikan bila terdapat keraguan penilaian di antara dua tingkat kepentingan yang berdekatan

Kemudian dilakukan pembobotan dan normalisasi matriks *pairwise comparison* berdasarkan aspek yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil dari normalisasi dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Score Factor Tiap Aspek

Kriteria	Jumlah Normalisasi	Priority vector [1]	Hasil kali [2]	[2] / [1]
Kondisi lahan	1.22	0.175	1.34	7.69
Tenaga kerja	0.47	0.068	0.50	7.39
Bahan baku	0.76	0.109	0.80	7.32
Pemasaran	0.87	0.124	0.94	7.55
Tata ruang	0.27	0.039	0.29	7.40
Modal	1.71	0.245	1.90	7.76
Infrastruktur	1.68	0.241	1.97	8.17
Jumlah	7.00	1.00		

Pertimbangan dari Tabel 5.12 kemudian digunakan untuk penilaian lokasi. Tabel 5.13 merupakan perhitungan pembobotan lokasi.

Tabel 5.13 Pembobotan Lokasi

Aspek Penilaian	Bobot	Sub Aspek	Bobot	Skor Lokasi 1	Skor Lokasi 2	Penilaian Lokasi 1	Penilaian Lokasi 2
Kondisi Lahan	0.175	Kemampuan Lahan	0.08743	3	2	0.052	0.035
		Penggunaan Lahan	0.08743	3	2	0.052	0.035
Ketersediaan Tenaga Kerja	0.068	Jumlah dan Kualitas Pendidikan	0.06786	3	2	0.041	0.027
Ketersediaan Bahan Baku	0.109	Kuantitas, Kontinuitas, Jarak Bahan Baku	0.10909	1	2	0.036	0.073
Pemasaran	0.124	Industri Pesaing dan Pasar	0.12417	3	2	0.075	0.050
Rencana Tata Ruang	0.039	Pengembangan Wilayah	0.03856	2	2	0.019	0.019
Modal	0.245	Harga Tanah	0.24479	3	2	0.147	0.098
Kecukupan Infrastruktur	0.241	Kecukupan listrik, air bersih, telepon, dan jaringan jalan	0.24068	2	2	0.120	0.120
<b>Total</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>0.543</b>	<b>0.457</b>

Dari hasil pembobotan seperti dapat dilihat pada Tabel 5.13, maka didapatkan hasil bahwa lokasi yang dipilih untuk industri kapal pembangkit listrik adalah lokasi pertama yaitu di Desa Buluk Agung, Kecamatan Klampis, Kabupaten Bangkalan dengan skor 0.543.

## **5.2. Analisa Desain Kapal Pembangkit Listrik**

Desain produk merupakan hal yang penting dalam bidang manufaktur. Desain produk yang baik akan meningkatkan jumlah penjualan dari produk dan begitu pula sebaliknya, desain yang kurang baik akan mengurangi jumlah penjualan dari produk itu sendiri. Perencanaan produk adalah proses menciptakan ide produk, desain produk, hingga produk siap untuk dijual ke pasar yang ada.

Proses mendesain kapal adalah proses berulang, yaitu seluruh perencanaan dan analisis yang dilakukan secara berulang demi mencapai hasil yang maksimal ketika desain tersebut dikembangkan. Desain ini digambarkan pada desain spiral (*the spiral design*). Desain spiral membagi seluruh proses menjadi 4 tahapan yaitu: *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design* (Watson, 1998). Dalam tugas akhir ini desain yang akan dilakukan hanya sebatas *concept design* saja. *Loss* yang terjadi baik pada pembangkit listrik ataupun sistem penyimpanan, konstruksi pada kapal pembangkit listrik, dan infrastruktur di darat tidak diperhitungkan dalam.

### **5.2.1. Analisa Kapasitas Pembangkit**

Kebutuhan pembangkit listrik untuk pulau-pulau terpencil di Indonesia didapat dari perhitungan dari data penduduk yang didapat melalui Badan Pusat Statistik dan dari data kebutuhan listrik Indonesia yang didapat dari RUPTL PLN 2016-2025. Dalam RUPTL dijelaskan bahwa salah satu solusi dalam mengatasi kesenjangan yang terjadi dalam penyebaran jaringan listrik adalah dengan menggunakan *mobile power plant* karena memiliki beberapa kelebihan seperti *mobile*, dan waktu pembangunannya yang lebih cepat dibandingkan dengan pembangkit listrik biasa.

Perhitungan kapasitas pembangkit ini meliputi jumlah penduduk yang terdapat pada pulau-pulau kecil di Indonesia, kemudian dibandingkan dengan kebutuhan listrik pada provinsi tersebut. Contoh perhitungan kebutuhan listrik dan jumlah kapal pembangkit untuk provinsi Nusa Tenggara Barat dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Contoh Perhitungan Kebutuhan Listrik

No	Pulau Berpenduduk	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Asumsi Kebutuhan Listrik (kW)
1	Nisa, Na'e	8,404	1.891
2	Gilisudaq	3,165	0.712
3	Gilitapan	1,203	0.271
4	Amben Gili	2,106	0.474
5	Asahan Gili	2,974	0.669
6	Gede Gili	3,793	0.853
7	Kedis Gili	5,128	1.154
8	Layar Gili	4,912	1.105
9	Nanggu Gili	3,528	0.794
10	Rengit Gili	6,993	1.573
11	Sudaq Gili	3,712	0.835
12	Tangkong Gili	2,192	0.493
13	Belek Gili	3,961	0.891
14	Bidara Gili	1,763	0.397
15	Maringkik Gili	3,842	0.864
16	Ree Gili	3,164	0.712
17	Sunut Gili	4,218	0.949
18	Bungin	1,634	0.368
19	Kaung	1,854	0.417
20	Medang	2,327	0.524
21	Moyo	6,749	1.519
22	Panjang	2,813	0.633
23	Bajo Kwangko Nisa á	1,850	0.416
24	Kamara	1,204	0.271
25	Na'e Nisa á	941	0.212
26	Naga Sumi Nisa á	1,048	0.236
27	Puahalima Nisa á	3,509	0.790
28	Sangiang	846	0.190
29	Tando Nguwu Na'e Nisa á	1,307	0.294
30	Tando Nguwu To'i Nisaá	916	0.206
31	Wane Nisa á	784	0.176
<b>Total</b>			<b>20.889 MW</b>

Dari tabel diatas dapat diketahui jumlah penduduk per pulau dengan asumsi kebutuhan listriknya hingga didapatkan total kebutuhan listrik untuk provinsi Nusa Tenggara Barat adalah 20.889 MW dengan kebutuhan listrik per pulau paling tinggi sebesar 1.891 MW.

Pulau-pulau kecil tadi kemudian diklasifikasikan lagi berdasarkan kota atau kabupaten untuk mengetahui jumlah kapal yang diperlukan, hasil klasifikasi pulau per kota atau kabupaten dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Jumlah Pulau Per Kota/Kabupaten

<b>Kota/Kabupaten</b>	<b>Jumlah Pulau</b>	<b>Jumlah Kapal</b>
Lombok Barat	10	2
Lombok Tengah		
Lombok Timur	5	1
Sumbawa	6	1
Dompu	1	1
Bima	9	1
Sumbawa Barat		
Lombok Utara		
Kota Mataram		
Kota Bima		
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>6</b>

Dari Tabel 5.15 dapat diketahui bahwa 31 pulau kecil yang ada di provinsi Nusa Tenggara Barat tersebar dalam lima kota atau kabupaten. Dari data pulau per kota atau kabupaten maka dapat diketahui jumlah kapal yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan listrik dan jumlah pulaunya, penentuan jumlah kapal dengan mempertimbangkan bahwa dalam operasionalnya kapal ini akan *mobile* atau berpindah dari satu pulau ke pulau lainnya dalam jangka waktu tertentu.

### 5.2.2. Analisa Sistem Pembangkit Listrik

Sebuah pembangkit listrik tenaga membutuhkan berbagai macam komponen yang membentuk suatu sistem hingga bisa menghasilkan *output* berupa listrik. Komponen-komponen tersebut terdiri dari:

#### 1. *Engine Set*

Dalam pemilihan mesin ada beberapa kriteria yang menjadi pertimbangan yaitu *output* maksimum, dimensi dan berat. Kriteria utama dalam pemilihan mesin adalah mesin menggunakan bahan bakar gas atau cair, hal ini karena dengan bahan bakar gas efisiensi mesin lebih tinggi dan berat serta penyimpanan yang diperlukan tidak sebesar mesin diesel dengan bahan bakar cair. Dengan pertimbangan tadi maka didapatkan beberapa tipe mesin.

2. Alternator

Alternator adalah generator elektrik yang menghasilkan arus bolak-balik (AC) dengan mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik. Wartsila 9L34DF dengan spesifikasi sebagaimana dapat dilihat pada sudah termasuk alternatornya.

3. *Mini Regasification Unit*

*Regasification unit* adalah suatu alat yang digunakan untuk mengkonversi LNG pada suhu  $-162^{\circ}\text{C}$  menjadi gas alam pada temperatur normal. Alat ini diperlukan karena LNG tidak bisa langsung digunakan sebagai bahan bakar, oleh karena itu LNG perlu diregasifikasi terlebih dahulu menjadi gas alam. *Mini regasification unit* ini biasanya digunakan dalam LNG *plant* atau kapal pembangkit listrik.

4. *Vaporizer*

Vaporizer adalah alat untuk menguapkan LNG sebelum dimasukkan kedalam ruang pembakaran. Vaporizer yang digunakan adalah *electric vaporizer* dengan pertimbangan kapasitas pembangkit yang kecil.

5. Kompresor

Kompresor dalam sistem ini memiliki fungsi untuk menyalurkan *boil off gas (BOG)* dari tangki penyimpanan menuju *engine* atau menuju *gas combustion unit (GCU)*. BOG sendiri merupakan gas yang dihasilkan dari LNG selama karena panas yang terjadi selama penyimpanan ataupun pengiriman LNG yang dapat mengubah kualitas LNG.

6. *Low Pressure Pump (LP Pump)*

*LP Pump* adalah pompa *cryogenic* yang digunakan untuk memompa LNG dari tangki penyimpanan menuju vaporizer.

7. *Gas Combustion Unit (GCU)*

GCU adalah komponen yang berfungsi untuk membakar BOG dari tangki penyimpanan untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin pembangkit.

8. Tangki Penyimpanan

Tangki penyimpanan terdiri dari dua jenis yaitu tangki penyimpanan LNG atau *cryogenic tank* dan tangki penyimpanan untuk bahan bakar cair.

### 5.2.3. Sistem Khusus Kapal Pembangkit Listrik

Pada sebuah kapal pembangkit listrik, sistem yang ada berbeda dengan sistem pada kapal biasa, sistem pada sebuah pembangkit listrik sendiri dibagi menjadi beberapa jenis, antara lain:

1. Sistem Bahan Bakar (*Fuel System*)

Jenis mesin yang digunakan dalam kapal pembangkit listrik ini adalah *dual fuel engine* yang artinya mesin tersebut mampu menggunakan dua jenis bahan bakar yang berbeda yaitu bahan bakar gas dan bahan bakar cair. Kedua bahan bakar ini didapatkan dari penyimpanan yang tersedia pada kapal yaitu tangki LNG dan tangki bahan bakar cair. Sebelum digunakan pada mesin bahan bakar ini melalui tahapan penyaringan terlebih dahulu.

2. Sistem Pelumas (*Lubrication System*)

Sistem pelumas digunakan untuk melindungi bagian mesin dari gesekan antar komponen mesin. Pelumas-pelumas yang tertumpah di ruang mesin utama (*engine hall*) dan ceceran bahan bakar minyak (HSD/MFO/LFO) akan dikumpulkan pada bak penampung (*drain pan*) yang ada di masing-masing modul dan selanjutnya dipompa untuk ditampung dalam tangki bahan limbah (*sludge tank*). Sisa-sisa pelumas dan minyak yang ditampung dalam tangki bahan limbah selanjutnya akan dikirim ke tempat penampungan dan pengolahan bahan limbah berbahaya terdekat. Sebelumnya diumpangkan ke dalam mesin dan *turbocharger*, pelumas akan disaring terlebih dahulu menggunakan sebuah filter. Umumnya posisi filter ini akan duduk bersama beberapa instrumen lapangan (*field instrument*) yang tergabung dalam sebuah modul pelumas (*lube oil module*).

3. Sistem Pendingin (*Cooling System*)

Sistem pendingin yang digunakan dalam kapal pembangkit listrik ini adalah berupa tower pendingin dan radiator. Kedua peralatan tersebut berfungsi untuk menurunkan temperatur air pendingin (*cooling water*) yang dipergunakan untuk mendinginkan bagian mesin gas, pelumas dan *turbocharger*. Sumber air yang digunakan untuk sistem pendingin berasal dari laut.

4. Sistem Udara Mesin (*Engine Air System*)

Sistem udara dalam pembangkit ini terdiri dari dua bagian yaitu sistem udara pembakaran (*charge air*) dan sistem udara sisa pembakaran (*exhaust air*). Sistem udara pembakaran adalah sistem yang mengatur banyaknya udara yang dibutuhkan

oleh mesin, termasuk menyesuaikan spesifikasinya agar sesuai dengan kebutuhan mesin. Sedangkan sistem udara sisa pembakaran adalah sistem yang mengatur udara hasil pembakaran agar udara hasil pembakaran sesuai dengan emisi gas buang yang berlaku serta mengatur agar dapat digunakan kembali pada *turbocharger*.

5. Sistem Udara Terkompresi (*Compressed Air System*)

Sistem udara terkompresi (*compressed air*) adalah sistem pembantu dalam bagian utama pusat listrik. Udara terkompresi ini dimanfaatkan setidaknya untuk beberapa fungsi, antara lain : untuk menghidupkan mesin (*starting engine*), untuk keperluan penggerak instrumen (*instrument air*), dan untuk keperluan servis (*service/working air*).

6. Sistem Perpipaan (*Piping System*)

Pipa-pipa digunakan sebagai media perantara antar fluida sehingga bisa saling menunjang operasi dari sebuah mesin gas. Pipa-pipa didesain dan diatur sedemikian rupa agar dapat menyalurkan fluida kerja kepada tujuannya dengan jumlah dan tekanan yang tepat. Jenis pipa dan sambungan pipa akan sangat bergantung kepada penggunaan dari fluida yang bersangkutan sesuai dengan standar yang berlaku.

**5.2.4. Desain Produk**

Desain dari kapal pembangkit listrik ini menggunakan desain dari *self propelled barge* Forth Guardsman yang memiliki ukuran utama seperti dapat dilihat Tabel 5.16.

Tabel 5.16 Main Dimension

Dimensi	Ukuran
LOA	50 m
LPP	48.8 m
B	14.6 m
H	3.1 m
T	2.1 m
DWT	772 Ton
LWT	412 Ton
Vs	8.5 knots

Dari desain SPB tersebut kemudian ditambahkan fasilitas-fasilitas yang diperlukan untuk membangun sebuah kapal pembangkit listrik. Pertama dilakukan pemilihan *engine set* ,

*engine set* dipilih sesuai dengan analisa kebutuhan pasar yang telah dilakukan di bab sebelumnya dimana tahun 2016-2025 diperkirakan terjadi peningkatan kebutuhan listrik sebesar 8.6%, berikut merupakan tabel komparasi pemilihan *engine set*

Tabel 5.17 Komparasi Mesin

<b>Tipe</b>	<b>Output (kW)</b>	<b>Panjang (mm)</b>	<b>Lebar (mm)</b>	<b>Tinggi (mm)</b>	<b>Berat (ton)</b>	<b>Jumlah Engine</b>	<b>Luas Area (m<sup>2</sup>)</b>
Wartsila 12V32GD	5,380	10,200	3,300	4,470	93	2	97.9
Wartsila 9L34DF	4,380	10,400	2,780	3,842	79	2	134.5
MAN 6L35/44DF	3,107	11,750	2,539	4,163	85	2	142.8

Dari Tabel 5.17, maka mesin yang dipilih adalah Wartsila 9L34DF dengan bahan bakar gas atau cair, pemilihan dilakukan dengan memperhatikan pertimbangan-pertimbangan yang ada sehingga total mesin sebanyak dua buah dengan masing-masing *output* sebesar 4380 kW.

Mesin yang dipilih memiliki jenis *dual fuel engine* yang mampu beroperasi menggunakan dua jenis bahan bakar yaitu bahan bakar gas dan cair (HFO/MDO). Pemilihan ini karena kelebihan yang ditawarkan oleh mesin jenis *dual fuel* dibandingkan mesin diesel biasa yaitu efisiensi yang lebih baik terutama saat beban kerja rendah, emisi yang dihasilkan lebih ramah lingkungan, lebih ekonomis dibandingkan penggunaan bahan bakar cair yang telah dibahas di sub bab sebelumnya yaitu *dual fuel engine* dari Wartsila 9L34DF yang telah didapatkan dari hasil pemilihan.

Kemudian fasilitas lainnya berupa tangki penyimpanan gas, dengan kapasitas sebesar 8.6 MW maka kebutuhan kapasitas tangki penyimpanan dapat diketahui dari perhitungan konsumsi bahan bakar pada Tabel 5.18 berikut:

Tabel 5.18 Perhitungan Bahan Bakar

	GC (kJ/kw)	OC (kJ/kw)	GC (kJ/day)	OC (kJ/day)	GC (m <sup>3</sup> /day)	OC (m <sup>3</sup> /day)
Wartsila 9L34DF	7387	188	776,521,440	19,762,560	33.185	22.19

Keterangan: GC = Gas Consumption

OC = Oil Consumption



Data		
B	14.6	m
T	2.1	m
Vs	8.5	Knot

- Volume Forecastle Deck

$$\text{Panjang (L}_f\text{)} = 14,812\% \cdot L = 7.25 \text{ m}$$

$$\text{Lebar (B}_f\text{)} = 14.6 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (H}_f\text{)} = 2 \text{ m}$$

$$V_{\text{Forecastle}} = 0,5 \cdot L_f \cdot B_f \cdot H_f = 105.85 \text{ m}^3$$

- Volume Poop Deck

$$\text{Panjang (L}_p\text{)} = 23,82\% \cdot L = 11.5 \text{ m}$$

$$\text{Lebar (B}_p\text{)} = 14.6 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (H}_p\text{)} = 2,4 \text{ m}$$

$$V_{\text{poop deck}} = L_p \cdot B_p \cdot H_p = 402.96 \text{ m}^3$$

- Volume Deckhouse Layer I

$$\text{Panjang (L}_{D2}\text{)} = 4.72 \text{ m}$$

$$\text{Lebar (B}_{D2}\text{)} = 14.6 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (H}_{D2}\text{)} = 2,4 \text{ m}$$

$$V_{\text{DH-Layer II}} = L_{D2} \cdot B_{D2} \cdot H_{D2} = 165.39 \text{ m}^3$$

- Volume Deckhouse Layer II

$$\text{Panjang (L}_{D3}\text{)} = 4.72 \text{ m}$$

$$\text{Lebar (B}_{D3}\text{)} = 10.6 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (H}_{D3}\text{)} = 2,4 \text{ m}$$

$$V_{\text{DH-Layer III}} = L_{D3} \cdot B_{D3} \cdot H_{D3} = 120.076 \text{ m}^3$$

- Volume Top Deck

$$\text{Panjang (L}_{WH}\text{)} = 4.63 \text{ m}$$

$$\text{Lebar (B}_{WH}\text{)} = 10.6 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (H}_{WH}\text{)} = 2,4 \text{ m}$$

$$V_{\text{DH-Whell House}} = L_{D4} \cdot B_{D4} \cdot H_{D4} = 117,787 \text{ m}^3$$

- Volume Total

$$V_{\text{DH}} = V_{\text{DH-layer I}} + V_{\text{DH-layer II}} + V_{\text{DH-layer III}} + V_{\text{DH-top deck}}$$

$$= 403.25 \text{ m}^3$$

Setelah didapatkan volume dari superstructure dan deckhuse, maka dapat dilakukan perhitungan berat baja. Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai  $C_{SO}$  dari kapal yang dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5.20  $C_{SO}$  Kapal

No.	Ship Type	$C_{SO}$
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

(Sumber: Schneekluth, 1987)

Nilai  $C_{SO}$  yang digunakan adalah 0.07 yaitu untuk *bulk carrier* karena. Sehingga perhitungan perhitungan berat baja kapal adalah sebagai berikut:

- $D_A$  = tinggi kapal setelah dikoreksi dengan *superstructure* dan *deckhouse*  
 $= H + (V_A + V_{DH}) / (L.B) = 4.38 \text{ m}$
- $C_{SO}$  = *Bulk Carrier*  
 $= 0,07 \text{ t/m}^3$
- $\Delta_{\text{kapal}}$  = 1073,205 ton
- $U$  =  $\log\left(\frac{\Delta}{100}\right)$   
 $= 1.031$
- $C_S$  =  $C_{SO} + 0,06 \cdot e^{-(0,5U + 0,1U^{2,45})}$   
 $= 0,111$
- $W_{ST}$  =  $L.B.D_A.C_S = 343.0094 \text{ ton}$

Jadi total berat baja kapal pembangkit listrik adalah sebesar 343.0094 ton.

### 5.3. Analisa Proses Produksi

Berikut adalah tahap-tahap yang dilakukan selama proses produksi dari mulai kontrak hingga *delivery*:

#### 1. Kontrak

Kontrak adalah kesepakatan antara dua orang atau lebih mengenai hal tertentu yang disetujui oleh kedua belah pihak. Dalam hal ini kontrak terjadi antara pihak *owner* dengan pihak galangan. Isi dari kontrak ini adalah mengenai spesifikasi kapal yang akan dibuat, harga, dan juga jadwal pengerjaannya. Didalam kontrak juga dijelaskan mengenai penjadwalan dan peraturan-peraturan lainnya, jika pihak galangan melewati jadwal pengerjaan yang telah ditentukan dalam kontrak maka akan dikenai sanksi atau denda.

- Subkontrak

Subkontrak adalah pengaturan di mana kontrak bisnis satu pihak sebagian atau seluruh bagiannya dikontrakkan lagi ke pihak lain. Bisnis seringkali mensubkontrakkan jika mereka kurang memiliki keahlian atau sumber daya untuk menyelesaikan sebuah proyek

#### 2. Desain

Dalam tahap desain ini, pihak *owner* memberikan ketentuan atau kebutuhan yang diperlukan misalnya kebutuhan listrik, durasi pemakaian pembangkit, dan wilayah pelayanan. Kemudian pihak galangan melakukan proses desain sesuai dengan *requirements* yang diberikan oleh pihak *owner*, namun pihak galangan pun memberikan desain dasar ataupun masukan-masukan terkait dengan *requirements* dari *owner*.

#### 3. Produksi

Proses produksi dapat diartikan sebagai sebuah proses yang dilakukan untuk menambah nilai dari suatu benda atau menciptakan sebuah benda baru. Dalam hal ini produksi ini merupakan suatu proses menghasilkan kapal pembangkit listrik yang meliputi cara ataupun metode dan tahapan apa saja yang dilaksanakan. Proses produksi ini sendiri terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

#### A. Persiapan (*Preparation*)

Pada tahapan ini dilakukan beberapa proses persiapan pada *raw material* yang tersedia seperti plat baja maupun profil, persiapan yang dilakukan yaitu:

- *Straightening*, tahap ini yaitu berupa pelurusan plat-plat baja yang masih berupa lembaran dengan menggunakan alat *roll machine* seperti pada Gambar 5.9, tujuan dari tahap ini adalah agar plat baja yang digunakan nantinya benar-benar lurus dan tidak bergelombang sehingga memudahkan proses pada tahapan selanjutnya.



Gambar 5.9 Straightening Machine  
(Sumber: alibaba, 2017)

- *Blasting*, dalam tahap ini dilakukan proses penyemprotan pasir vulkanik atau *steel grit* dengan tekanan tertentu pada plat baja dan profil yang bertujuan untuk menghilangkan lapisan-lapisan terluar pada plat baja atau profil atau menghilangkan karat yang ada pada permukaan plat. Alat yang digunakan yaitu kompresor dan tangki penyimpanan pasir.
- *Primer Coating*, merupakan tahap pengecatan primer pada plat baja, tujuan dari tahap ini adalah agar material yang disimpan di gudang atau tempat penyimpanan lainnya tidak mengalami korosi sehingga kualitasnya tidak menurun. Cat yang digunakan adalah cat dengan spesifikasi *marine use* karena nantinya material akan digunakan pada kondisi dimana terkena air laut.

## B. Fabrikasi

Pada tahapan ini dilakukan pengerjaan pada material yang telah melalui proses *preparation*, hasil dari tahap fabrikasi adalah *piece part* atau bagian-bagian kecil dari konstruksi ataupun bagian lari dari kapal, pengerjaan pada tahap ini meliputi:

- *Marking, marking* atau penandaan adalah sebuah proses dimana dilakukan penandaan atau penggambaran potongan-potongan bagian kapal pada plat baja untuk kemudian dilakukan pemotongan atau penandaan potongan bagian-bagian kapal yang telah melalui tahap pemotongan. *Marking* dapat dilakukan secara manual menggunakan *steel marker* atau *letter stamp*, dapat juga dilakukan menggunakan komputer atau lebih dikenal dengan sebutan *nesting*. Selain itu *marking* juga berupa penamaan material yang telah dipotong misalnya *web frame 150*, kemudian berfungsi juga menunjukkan sisi dari bagian-bagian dari sebuah komponen kapal seperti sisi atas, *fore*, atau *starboard* seperti pada Gambar 5.10, tujuannya adalah agar tidak terjadi kesalahan pemasangan saat proses *sub assembly* dan juga menghindari tertukarnya satu bagian dengan bagian lainnya.



Gambar 5.10 Plat Hasil *Marking*'

(Sumber: stx shipyard, 2017)

- *Cutting*, material yang telah melalui tahap *marking* baik secara manual maupun dengan komputer selanjutnya akan melalui tahap pemotongan atau *cutting* menjadi bagian-bagian konstruksi ataupun bagian-bagian kecil dari kapal. Proses pemotongan dapat dilakukan secara manual dengan menggunakan

*brander, NC gas cutting*, atau dapat juga menggunakan mesin CNC seperti pada Gambar 5.11 tergantung dengan kebutuhan dan ketersediaan fasilitas galangan. Hasil dari tahap pemotongan ini adalah *piece part* dimana nantinya akan disambungkan antar bagiannya hingga menghasilkan sebuah blok. Dalam perencanaan pemotongan menggunakan CNC perlu diperhatikan dalam proses *nesting* agar material sisa yang dihasilkan dari proses pemotongan dengan CNC tidak terlalu banyak sehingga tidak banyak material yang terbuang.



Gambar 5.11 CNC Cutting Machine  
(Sumber: alibaba, 2017)

- *Forming, forming* merupakan proses pembentukan lembaran plat baja yang lurus menjadi lengkung untuk keperluan bagian kapal yang berbentuk kurva. Tahap ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara dingin dengan menggunakan mesin *press*, ataupun dengan perlakuan panas yaitu dengan menggunakan gas asetilen.

Selain proses fabrikasi material kapal, dalam proses fabrikasi ini juga dilakukan proses fabrikasi untuk tangki penyimpanan. Pembuatan tangki menggunakan *CNC cutting machine* kemudian plat yang telah dipotong dibentuk seilinder menggunakan *bending machine*, sedangkan untu membuat ujung tangki atau *spherical dish* digunakan *hydraulic press machine*.

### C. *Sub Assembly*

Dalam tahapan sebelumnya yaitu fabrikasi dihasilkan potongan-potongan bagian kapal atau *piece part*. Bagian-bagian ini kemudian digabungkan pada tahap *sub assembly* untuk kemudian menghasilkan bagian yang lebih besar yang dinamakan blok misalnya blok *double bottom* seperti pada Gambar 5.12, blok *main deck*. Dalam tahap ini diperlukan alat las untuk menggabungkan *piece part* hasil dari fabrikasi dan juga diperlukan alat bantu berupa *crane* untuk *material handling*.



Gambar 5.12 Double Bottom Block

### D. *Assembly*

Pada tahap ini dilakukan penggabungan dari panel-panel hasil dari *sub assembly* menjadi sebuah bagian yang lebih besar yaitu blok. Sebelum dilakukan penggabungan dari panel hasil *sub assembly* dilakukan pengecekan terlebih dahulu dari hasil pengerjaan tahap-tahap sebelumnya berupa pengecekan bentuk maupun tanda pengerjaan. Dalam tahap ini panel diletakkan diatas *jig* secara terbalik kemudian dilas satu sama lain sesuai dengan gambar produksi. Hasil dari tahap *assembly* adalah sebuah *grand block* seperti pada Gambar 5.13, misalnya *grand block* kamar mesin, blok ruang muat. Dalam tahap ini diperlukan *crane* sebagai alat *material handling*.



Gambar 5.13 Grand Block

#### E. *Erection*

Tahap ini yaitu berupa penggabungan *grand block* hasil dari *assembly* hingga menjadi sebuah kapal, hasil dari tahap ini adalah lambung kapal yang sudah selesai maupun lambung dengan bangunan atas yang telah terpasang seperti pada Gambar 5.14. Pekerjaan yang dilakukan dalam tahap ini adalah:

- *Loading*, yaitu pengangkatan dan pemindahan *grand block* dengan bantuan *crane*.
- *Adjusting*, proses meletakkan *grand block* serta mengatur posisi antar *grand block* agar lurus dan sesuai dengan gambar produksi. Dalam tahap ini diperlukan bantuan alat *track lever block* untuk mengatur kelurusan antar blok.
- *Welding*, proses pengelasan antar *grand block*, sebelum dilakukan pengelasan dilakukan pemeriksaan ketepatan ukuran dan posisi antar blok agar tidak terjadi *misalignment*, apabila sudah sesuai maka dilakukan pengelasan sesuai dengan metode yang sesuai. Kemudian dilakukan pengecekan terhadap hasil pengelasan agar hasil las-lasan sesuai dengan standar yang ditetapkan.



Gambar 5.14 Proses Erection

#### F. Instalasi Elektrik

Tahap ini yang membedakan antara proses produksi kapal biasa dengan kapal pembangkit listrik. Dalam tahap ini dilakukan proses instalasi pembangkit listrik ke dalam kapal yang terdiri dari pemasangan mesin, pemasangan generator seperti pada Gambar 5.15, pemasangan *engine set*, pemasangan tangki penyimpanan gas, instalasi *vaporizer* dan kelengkapan kelistrikan lainnya. Mesin dan kelengkapan lainnya yang sebelumnya disimpan dan dikalibrasi di bengkel listrik dimasukkan ke dalam kapal sesuai posisi yang telah ditentukan melalui bukaan yang telah tersedia dengan bantuan *crane*, mesin diletakkan pada *mounting* yang telah dibuat sedemikian rupa, peletakan mesin harus sesuai posisinya dengan desain yang telah dilakukan dan tidak boleh terjadi *misalignment* dengan generator karena akan menyebabkan kerusakan apabila terjadi *misalignment* antara mesin dan generator. Selain itu perlu dilakukan juga proses kalibrasi dan otomasi untuk sistem pembangkit listrik ini sebelum dapat digunakan. Bengkel listrik pada galangan kapal ini berbeda dengan galangan kapal biasanya karena terdapat peralatan otomasi untuk sistem pembangkit listriknya, kemudian *fire protecting system* yang lebih ketat dibandingkan dengan bengkel lainnya. Selain itu dalam bengkel ini juga terdapat penyimpanan untuk komponen kapal pembangkit listrik lainnya. Selain instalasi sistem kelistrikan dalam tahap ini dilakukan juga proses pemasangan tangki penyimpanan LNG yang sebelumnya telah diproduksi menggunakan *crane*.



Gambar 5.15 Instalasi Generator Set  
(Sumber: karpowership, 2017)

#### G. Instalasi Bangunan Atas

Dalam tahap ini dilakukan pemasangan bangunan atas kapal yang meliputi *boat deck*, *bridge deck*, *navigation deck*, dan *top deck* pada lambung kapal. Pemasangan bangunan atas dilakukan setelah proses instalasi pembangkit listrik yaitu *engine set* dilakukan, kemudian setelah bangunan atas terpasang pada lambung kapal dilakukan juga proses instalasi sistem kelistrikan pembangkit listrik yaitu *power plant control room*, instalasi ini berupa pemasangan *automation tool* yang diperlukan sebagai kontrol pembangkit listrik dan juga instalasi kelengkapan pendukung sistem pembangkit listrik lainnya.

#### H. *Painting*

Setelah semua bagian kapal terpasang mulai dari lambung, bangunan atas hingga seluruh sistem kelistrikan maka dilakukan proses pengecatan atau *painting*. Cat yang digunakan pada bagian lambung kapal yang berada dibawah sarat dan pada bagian kapal yang tidak terkena air berbeda. Pada bagian dibawah sarat lapisan yang digunakan adalah *primer coating* kemudian *sealer* dan lapisan terluar adalah *anti fouling*. Sedangkan pada bagian kapal diatas sarat tidak menggunakan lapisan *anti fouling*. Perbedaannya dapat dilihat pada Gambar 5.16.



Gambar 5.16 Hasil Primer Coating (kanan)

#### 4. *Launching*

Tahap selanjutnya yaitu peluncuran kapal. Kapal diluncurkan dalam keadaan sistem permesinan dan kelistrikan yang telah terpasang karena proses instalasi permesinan maupun sistem kelistrikan akan lebih sulit apabila dilakukan dalam kondisi kapal telah mengapung.

#### 5. *Sea Trial*

Dalam tahap ini dilakukan pengujian performa kapal, yang dilakukan oleh *owner* kapal, pihak galangan, dan juga badan class. Pengujian meliputi kecepatan, manuver, penurunan dan penarikan jangkar, pemadam kebakaran, dll yang menyangkut keseluruhan fungsi peralatan dan perlengkapan di kapal pada saat nanti kapal berlayar. Dalam *sea trial* ini juga dilakukan pengecekan dari fungsi pembangkit listrik yang terpasang dalam kapal apakah sesuai dengan desain yang direncanakan atau tidak.

### 5.4. Perencanaan Kapasitas Produksi

#### 5.4.1. Analisa Kebutuhan Material

Dalam analisa kebutuhan material baja dan pipa dilakukan metode pendekatan untuk mendapatkan beban kerja hingga didapatkan kebutuhan material. Pendekatan dilakukan menggunakan referensi desain kapal Forth Guardsman dengan kapasitas DWT sebesar 772 Ton. Data ukuran utama kapal dapat dilihat pada Tabel 5.21

Tabel 5.21 Ukuran Utama

Dimensi	Ukuran
LOA	50 m
LPP	48.8 m
B	14.6 m
H	3.1 m
T	2.1 m
DWT	772 Ton
LWT	412 Ton
Vs	8.5 knots

Dari perhitungan berat baja kapal sebelumnya didapatkan bahwa berat baja kapal adalah sebesar 344 ton, waktu yang digunakan untuk membangun satu kapal adalah 10 bulan, dalam satu tahun akan dibangun dua buah kapal, maka kebutuhan material baja dan pipa dapat dilihat pada Tabel 5.22.

Tabel 5.22 Kebutuhan Material Dalam Satu Tahun

Material	Berat (Ton)	Jumlah Pembangunan/Tahun (Unit)	Total Berat (Ton/Tahun)
Plat dan Profil	309.6	2	619.2
Pipa	34.4	2	68.8
Total			688

Dengan mengetahui total kebutuhan material yang diperlukan untuk membangun kapal pembangkit listrik maka dapat direncanakan fasilitas penyimpanan yang akan digunakan. Fasilitas penyimpanan atau gudang ini nantinya digunakan untuk menyimpan material yang diperlukan selama proses produksi berlangsung yang meliputi plat, profil, dan pipa. Dalam menghitung luasan fasilitas penyimpanan ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Kebutuhan material baja pembangunan kapal pembangkit listrik adalah sebesar 688 ton/tahun dengan asumsi plat sebesar 70% (481.6 ton), profil 20% (137.6 ton), dan pipa 10% (68.8 ton)
2. Dalam satu tahun pemesanan material dilakukan dua kali

3. Asumsi penggunaan untuk masing-masing ketebalan plat adalah 30% untuk 10 mm, 30% untuk 12 mm, 30% untuk 8 mm, dan 10% untuk 6 mm.

Tabel 5.23 Asumsi Kebutuhan Plat

No	Jenis Pelat	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	Berat Satuan (ton)	Total Berat per Pesan (ton)	Jumlah Pelat (lembar)
1	Pelat 6 mm (10%)	6	1,8	0,006	0.508	28.08	47
2	Pelat 8 mm (30%)	6	1,8	0,008	0.678	72.24	107
3	Pelat 10 mm (30%)	6	1,8	0,010	0.848	72.24	85
4	Pelat 12 mm (30%)	6	1,8	0,012	1.017	72.24	71
<b>Total</b>						<b>240.8</b>	<b>310</b>

Berdasarkan Tabel 5.23 dapat dilakukan perhitungan kebutuhan fasilitas penyimpanan plat dengan asumsi satu tumpukan plat terdiri dari 40 lembar. Untuk perhitungan kebutuhan fasilitas penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 5.24

Tabel 5.24 Perhitungan Fasilitas Penyimpanan Plat

No	Jenis Pelat	Berat Satuan (ton)	Jumlah/pesan (ton)	Jumlah Pelat (lembar)	Jumlah Tumpukan	Luas Tempat (m <sup>2</sup> )
1	Pelat 6 mm (10%)	0.508	28.84	57	2	21.6
2	Pelat 8 mm (30%)	0.678	86.52	128	3	32.4
3	Pelat 10 mm (30%)	0.848	86.52	102	3	32.4
4	Pelat 12 mm (30%)	1.017	86.52	85	2	32.4
<b>Total</b>					<b>10</b>	<b>114</b>

Perhitungan kebutuhan fasilitas penyimpanan profil dapat dilihat pada Tabel 5.25

Tabel 5.25 Perhitungan Fasilitas Penyimpanan Profil

Item	Nilai	Satuan
Profil	68,800	kg
Berat/Profil	100	Kg
Jumlah Profil	688	Profil
Ukuran Rak Profil	3 x 6	m <sup>2</sup>
Jumlah Profil/Rak	400	Profil
Jumlah Rak yang dibutuhkan	2	Buah
Jarak Antar Rak	1.5	m <sup>2</sup>
Luas Penyimpanan Profil	30	m <sup>2</sup>

Perhitungan kebutuhan fasilitas penyimpanan pipa dapat dilihat pada Tabel 5.26

Tabel 5.26 Perhitungan Fasilitas Penyimpanan Pipa

Item	Nilai	Satuan
Pipa	34,400	Kg
Berat/Pipa	70	kg
Jumlah Pipa	492	Pipa
Ukuran Rak Pipa	4 x 6	m <sup>2</sup>
Jumlah Pipa/Rak	600	Profil
Jumlah Rak yang dibutuhkan	1	Buah
Jarak Antar Rak	1.5	m <sup>2</sup>
Luas Penyimpanan Pipa	27	m <sup>2</sup>

Berdasarkan perhitungan kebutuhan fasilitas penyimpanan diatas, maka luas fasilitas penyimpanan untuk material berupa plat, profil, dan pipa memerlukan area seluas:

$$114 \text{ m}^2 + 30 \text{ m}^2 + 27 \text{ m}^2 = 171 \text{ m}^2$$

Untuk keperluan area peralatan persiapan seluas:

$$20 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 200 \text{ m}^2$$

Sehingga total luas fasilitas penyimpanan yang diperlukan adalah seluas:

$$200 \text{ m}^2 + 171 \text{ m}^2 = 371 \text{ m}^2$$

Dengan total luas fasilitas penyimpanan 400 m<sup>2</sup> maka kebutuhan untuk fasilitas penyimpanan material dapat terpenuhi, luas tersebut terdiri dari 10 tumpukan plat, tiga unit rak penyimpanan profil, dan 1 unit rak penyimpanan pipa.

#### 5.4.2. Penentuan Jumlah Fasilitas Produksi

Perencanaan fasilitas produksi adalah hal yang penting dalam perencanaan pembangunan sebuah galangan kapal ataupun industri lainnya. Hal ini karena fasilitas produksi menentukan seberapa besar produktivitas pada galangan ataupun industri tersebut, oleh karena itu perencanaan fasilitas produksi harus berdasarkan pada kapasitas produksi yang diperlukan. Selain itu pemilihan tata letak atau *layout* pun harus diperhatikan dalam menentukan fasilitas produksi agar proses produksi dapat berjalan dengan baik. Dalam penentuan jumlah fasilitas produksi ada beberapa kriteria yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Volume produksi

Volume produksi merupakan beban kerja yang harus dicapai oleh suatu galangan sesuai dengan produk yang dibuatnya, dalam hal ini adalah total berat kebutuhan material yang diperlukan dalam pembangunan kapal pembangkit listrik.

2. Waktu kerja

Dalam perencanaan fasilitas produksi diperlukan pertimbangan waktu kerja.

3. Efisiensi jam kerja

Nilai umum yang diambil untuk efisiensi jam kerja berkisar antara 0.8 - 0.9.

Tabel 5.27 merupakan *shipbuilding chart* untuk pembangunan kapal pembangkit listrik dimana pembangunan direncanakan selama 10 bulan yang terdiri dari 9 bulan pengerjaan lambung dan bangunan atas dan 1 bulan pengerjaan kelistrikan. Estimasi waktu pengerjaan ini didapatkan dari data dari galangan PT. LMI dimana proses pembangunan kapal 300-400 ton berkisar antara 9 bulan sampai 10 bulan. Perhitungan beban kerja dilakukan dengan cara misalnya pada tahap *preparation* total beban kerja sebesar 344 ton, yaitu total berat kapal, kemudian dikerjakan selama dua bulan sehingga beban kerja per hari sebesar 10.3 ton. Beban kerja sebesar 10.3 ton ini nantinya dijadikan acuan untuk perhitungan kebutuhan fasilitas dan peralatan yang dibutuhkan pada masing-masing bengkel. Kemudian untuk beban kerja di bengkel lainnya dihitung dengan cara yang sama. Sedangkan untuk beban pekerjaan kelistrikan diambil angka 100 ton dari total berat *engine set* sebesar 80 ton dan estimasi kelengkapan pendukung lainnya sebesar 20 ton. Waktu pengerjaan ditentukan selama satu bulan dengan pertimbangan pengerjaan kelistrikan ini hanya berupa instalasi kelengkapan sistem pembangkit listrik tanpa ada proses produksi atau pembuatan komponen tertentu sehingga waktu yang diperlukan relatif singkat dibandingkan tahap lainnya.

Tabel 5.27 Shipbuilding Chart

Tahap/Bulan	Jan				Feb				Mar				Apr				May				Jun				Jul				Aug				Sep				Oct			
Minggu	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Preparation	344 Ton																																							
	8.6 ton/hari																																							
Fabrikasi		344 Ton																																						
		8.6 Ton/hari																																						
Sub Assembly			344 Ton																																					
			4.3 ton/hari																																					
Assembly				344 Ton																																				
				3.12 ton/hari																																				
Erection					344 Ton																																			
					3.44 ton/hari																																			
Electric Installation																																								
																	</																							

Dengan mengetahui beban kerja dan durasi pengerjaan pada tiap bengkel, maka kebutuhan mesin pada tiap bengkel dapat dihitung dengan membagi beban kerja dengan produktivitas mesin. Contoh perhitungan kebutuhan jumlah mesin las yang diperlukan untuk bengkel fabrikasi dengan menggunakan rumus umum Wignjosoebroto dan Sritomo adalah sebagai berikut:

$$N = \frac{T}{60} \frac{P}{D \cdot E} \dots\dots\dots (5.1)$$

Keterangan:

$N$  = Jumlah mesin yang dibutuhkan untuk beroperasi

$P$  = Jumlah beban kerja mesin perhari (ton/hari)

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

$D$  = Jam operasi kerja mesin yang tersedia (jam)

$E$  = Faktor efisiensi kerja mesin, harga yang diambil 0,8

Dengan rumus diatas maka dapat dilakukan perhitungan untuk kebutuhan jumlah mesin *straightening* pada bengkel persiapan, yaitu:

$$N = \frac{T}{60} \frac{P}{D \cdot E} \dots\dots\dots (5.2)$$

Tabel 5.28 Perhitungan Kebutuhan Mesin

Straightening Machine	
Berat Baja	900 ton
Durasi Pengerjaan	6 bulan
	132 hari
Beban Kerja	6.82 ton/hari
Jam kerja mesin	7 jam/hari
	420 menit/hari
Produktivitas	0.2 ton/jam
Kebutuhan Mesin	1

Dari Tabel 5.28 maka dapat diketahui bahwa kebutuhan mesin *straightening* di bengkel persiapan yang dibutuhkan adalah sejumlah 1 unit untuk memenuhi beban kerja per hari yang telah ditentukan.

Untuk peralatan yang lain dilakukan perhitungan yang sama dengan rumus 5.1 untuk mengetahui jumlah kebutuhan mesin yang diperlukan pada tiap bengkel. Hasil dari perhitungan kebutuhan mesin dapat dilihat pada tabel Tabel 5.29 sampai Tabel 5.36 berikut:

Tabel 5.29 Kebutuhan Fasilitas di Warehouse

	Nama Fasilitas	Spesifikasi		Jumlah Mesin
Warehouse	Forklift 2 Ton	Dim	2530x1150x1995	1
		Max Lifting Height	6 m	
		Travel Speed	20 km/jam	
		Lifting Speed	450 mm/s	
		Fork Width	120 mm	
	Overhead Crane 2 Ton	Max Lifting Height	30 m	1
		Span Length	31.5 m	
		Travelling Speed	15 m/min	
	Rak	Layer	4	3
		Weight per Layer	4000 Kg	

Tabel 5.30 Kebutuhan Fasilitas di Bengkel Persiapan

	Nama Fasilitas	Spesifikasi		Jumlah Mesin
Preparation Shop	Straightening Machine	Dim	9 x 4.7 x 9 m	1
		Speed	8 m/min	
		Max Thickness	12 mm	
		Voltage	380 V	
	Shot Blasting and Primaring	Dim	15.3 x 4.5 x 5 m	1
		Speed	0.5-2 m/min	
		Max Thickness	60 mm	
		Voltage	240 V	
	Overhead Crane 2 Ton	Max Lifting Height	30 m	1
		Span Length	31.5 m	
		Travelling Speed	15 m/min	

Tabel 5.31 Kebutuhan Fasilitas di Bengkel Fabrikasi

	Nama Fasilitas	Spesifikasi		Jumlah Mesin
Fabrication Shop	Pipe Cutting Machine	Dim	8 x 3 x 4.5 m	1
		Max Thickness	20 mm	
		Cutting Diameter	30-300 mm	
		Work Piece Length	6000 mm	
	CNC Cutting Machine	Dim	8 x 4 x 2.5 m	1
		Cutting Speed	1000 mm/min	
		Max Thickness	35 mm	
		Voltage	380 V	
		Cutting Length	12.5 m	
	Roll Machine	Dim	6.2 x 3.5 x 4.76 m	1
		Max Thickness	150 mm	

<b>Fabrication Shop</b>		Max Width	2000 mm	1
		Speed	5 m / min	
	Bending Machine	Dim	6 x 4 x 3 m	1
		Max Thickness	20 mm	
		Max Width	2.5 m	
		Speed	2 ton/ min	
	Overhead Crane 2 Ton	Max Lifting Height	30 m	1
		Span Length	31.5 m	
		Travelling Speed	15 m/min	
	Forklift 2 Ton	Dim	2530x1150x1995	1
		Max Lifting Height	6 m	
		Travel Speed	20 km/jam	
		Lifting Speed	450 mm/s	
Fork Width		120 mm		

Tabel 5.32 Kebutuhan Fasilitas di Bengkel Sub Assembly

<b>Sub Assembly Area</b>	<b>Nama Fasilitas</b>	<b>Spesifikasi</b>		<b>Jumlah Mesin</b>
	Welding Machine	Dim	770x250x650	
Voltage		24 V		
Duty Cycle		70%		
Wire Feeding Speed		24 m/min		
Mobile Crane 20 Ton	Dim	11.2x 2.4 x 3.2 m		1
	Span Length	4.3 m		
	Travel Speed	10 km/jam		
	Max Lifting Height	24 m		

Tabel 5.33 Kebutuhan Fasilitas di Assembly Area

<b>Assembly Area</b>	<b>Nama Fasilitas</b>	<b>Spesifikasi</b>		<b>Jumlah Mesin</b>
	Welding Machine	Dim	770x250x650	
Voltage		24 V		
Duty Cycle		70%		
Wire Feeding Speed		24 m/min		
Mobile Crane 50 Ton	Dim	11.2x 2.4 x 3.2 m		1
	Span Length	4.3 m		
	Travel Speed	10 km/jam		
	Max Height	24 m/min		

Tabel 5.34 Kebutuhan Fasilitas di Bengkel Cat

<b>Paint Shop</b>	<b>Nama Fasilitas</b>	<b>Spesifikasi</b>		<b>Jumlah Mesin</b>
	Airless Spray Machine	Flow Rate	5 L/min	
Voltage		220 V		

		Max. Working Pressure	220 Bar (3000 psi)	2
		Spray Tip	0.21 mm	
	Blasting Machine	Dim	1120 x 900 x 1890 mm	
		Pot Volume	150 L	
		Max Pressure	0.6 Mpa	

Tabel 5.35 Kebutuhan Fasilitas di Bengkel Listrik

Electric Shop	Nama Fasilitas	Spesifikasi		Jumlah Mesin
	Overhead Crane 80 Ton	Max Lifting Height	30 m	
Span Length		31.5 m		
Travelling Speed		15 m/min		
Automation Tools				1
Electrical Appliances				1

Tabel 5.36 Kebutuhan Fasilitas di Erection Area

Erection Area	Nama Fasilitas	Spesifikasi		Jumlah Mesin
	Welding Machine	Dim	770x250x650	
Voltage		24 V		
Duty Cycle		70%		
Wire Feeding Speed		24 m/min		
Transporter	Dim	15x5.5 m		1
	Axles	4		
	Load per axle	32 ton		
	Speed with load	5 km/jam		
Mobile Crane 50 Ton	Dim	8.4 x 7.3 x 3.75		2
	Span Length	35 m		
	Speed	10 km/jam		
	Lifting Height	12 mm		

## 5.5. Kebutuhan SDM

### 5.5.1. Tenaga Kerja Langsung

Tenaga kerja langsung merupakan tenaga kerja yang terlibat secara langsung dalam proses produksi. Dalam menentukan jumlah tenaga kerja langsung dalam suatu proses produksi dapat didasarkan pada perhitungan beban kerja yang harus diselesaikan dan jumlah orang yang diperlukan dalam setiap proses pengerjaan.

Adapun tenaga kerja langsung yang diperlukan dalam proses pembangunan kapal pembangkit listrik antara lain adalah sebagai berikut:

1. *Welder*
2. *Fitter*
3. *Helper*
4. *Crane operator*
5. *Rigger*
6. *Machine operator*

Untuk proses pengerjaan yang menggunakan mesin seperti *CNC cutting machine*, *bending*, *straightening* kebutuhan jumlah tenaga kerja ditentukan berdasarkan kebutuhan operator tiap mesin. Sedangkan untuk *material handling* seperti *crane* dan *forklift* dibutuhkan dua orang tenaga kerja yang terdiri dari satu orang operator dan satu orang *rigger*. Kebutuhan tenaga kerja langsung dalam proses produksi kapal pembangkit listrik dapat dilihat pada Tabel 5.37 sampai Tabel 5.44 berikut

Tabel 5.37 Kebutuhan Tenaga Kerja Langsung di Gudang

Warehouse	Nama Fasilitas	Jumlah Mesin	Jumlah Operator
	Forklift 2 Ton	1	2
	Overhead Crane 2 Ton	1	2
	Rak	3	

Tabel 5.38 Kebutuhan Tenaga Kerja Langsung di Bengkel Persiapan

Preparation Shop	Nama Fasilitas	Jumlah Mesin	Jumlah Operator
	Straightening Machine	1	1
	Shot Blasting and Primaring	1	1
	Overhead Crane 2 Ton	1	2

Tabel 5.39 Kebutuhan Tenaga Kerja Langsung di Bengkel Fabrikasi

Fabrication Shop	Nama Fasilitas	Jumlah Mesin	Jumlah Operator
	Pipe Cutting Machine	1	1
	CNC Cutting Machine	1	1
	Roll Machine	1	1
	Bending Machine	1	1
	Overhead Crane 2 Ton	1	2
	Forklift	1	2

Tabel 5.40 Kebutuhan Tenaga Kerja Langsung di Sub Assembly Area

Sub Assembly Area	Nama Fasilitas	Jumlah Mesin	Jumlah Operator
	Welding Machine	4	4 Welder 4 Helper 4 Fitter
Mobile Crane 20 Ton	1	2	

Tabel 5.41 Kebutuhan Tenaga Kerja Langsung di Assembly Area

Assembly Area	Nama Fasilitas	Jumlah Mesin	Jumlah Operator
	Welding Machine	4	4 Welder 4 Helper 4 Fitter
Mobile Crane 50 Ton	1	2	

Tabel 5.42 Kebutuhan Tenaga Kerja Langsung di Bengkel Cat

Paint Shop	Nama Fasilitas	Jumlah Mesin	Jumlah Operator
	Airless Spray Machine	4	4
	Blasting Machine	4	4

Tabel 5.43 Kebutuhan Tenaga Kerja Langsung di Bengkel Listrik

Electric Shop	Nama Fasilitas	Jumlah Mesin	Jumlah Operator
	Overhead Crane 80 Ton	1	2
	Automation Tools	1	1
	Electrical Appliances	1	1

Tabel 5.44 Kebutuhan Tenaga Kerja Langsung di Bengkel Listrik

Erection Area	Nama Fasilitas	Jumlah Mesin	Jumlah Operator
	Welding Machine	4	4 Welder 4 Helper 4 Fitter
	Transporter	1	2
	Mobile Crane 50 Ton	2	4

Selain tenaga kerja diatas, dilakukan juga perencanaan terhadap tenaga kerja seperti *superintendent, engineer, QA/QC, foreman* dan *safety*.

*Engineer* ditentukan berdasarkan spesifikasi bidang dalam pembangunan kapal pembangkit listrik. Dalam pembangunan kapal pembangkit listrik ini ada beberapa bagian atau bidang pekerjaan yaitu struktur, mesin, perpipaan, otomasi, elektrik, dan pembangkit. Sehingga kebutuhan *engineer* yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. *Structural engineer*
2. *Mechanical engineer*
3. *Piping engineer*

4. *Automation engineer*
5. *Electrical engineer*
6. *Power plant engineer*

Dari kebutuhan *engineer* diatas direncanakan kebutuhan untuk *structural engineer* dan *power plant engineer* sebanyak dua orang karena beban pekerjaan yang lebih besar dibanding pekerjaan lainnya. Kemudian untuk *mechanical engineer, piping engineer, automation engineer, electrical engineer* direncanakan satu orang sehingga kebutuhan *engineer* adalah delapan orang.

Pada perencanaan tenaga kerja *superintendent* dan QA/QC dilakukan asumsi yang sama yaitu untuk setiap bidang pekerjaan dibutuhkan satu orang *superintendent* dan QA/QC. Sedangkan untuk pekerjaan dengan beban kerja yang lebih besar dibanding bidang kerja lainnya dibutuhkan dua orang *superintendent* dan QA/QC yaitu untuk bidang *structural* dan *power plant*. Sehingga jumlah kebutuhan tenaga kerja untuk *superintendent* adalah delapan orang dan tenaga kerja untuk QA/QC berjumlah delapan orang. Satu orang *superintendent* diasumsikan membawahi dua orang *foreman*, sehingga dibutuhkan 16 *foreman* dalam perencanaan industri ini.

Dari perencanaan yang telah dilakukan maka didapatkan jumlah tenaga kerja langsung yang diperlukan untuk pembangunan industri kapal pembangkit sebagai berikut:

- |                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 1. <i>Engineer</i>          | : 4 orang  |
| 2. <i>Superintendent</i>    | : 4 orang  |
| 3. QA/QC                    | : 4 orang  |
| 4. <i>Foreman</i>           | : 8 orang  |
| 5. <i>Welder</i>            | : 12 Orang |
| 6. <i>Fitter</i>            | : 12 Orang |
| 7. <i>Helper</i>            | : 12 Orang |
| 8. <i>Crane operator</i>    | : 10 orang |
| 9. <i>Rigger</i>            | : 10 Orang |
| 10. <i>Machine operator</i> | : 18 Orang |

### 5.5.2. Tenaga Kerja Tak Langsung

Tenaga kerja tak langsung adalah tenaga kerja yang tidak terlibat secara langsung dalam proses produksi. Perbandingan antara tenaga kerja langsung dengan tenaga kerja tidak langsung biasanya 60% : 40% dengan 60% untuk tenaga kerja langsung dan 40% untuk tenaga kerja tak langsung.

Pada perhitungan tenaga kerja langsung diketahui jumlah tenaga kerja langsung sebanyak 94. Sehingga jumlah tenaga kerja tak langsung yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Total TK} &= \text{Tenaga Kerja Langsung} \times (100/60) \\ &= 140 \times (100/60) \\ &= \mathbf{156} \text{ orang}\end{aligned}$$

Dari jumlah total tenaga kerja tersebut diambil nilai 150 orang, kemudian dapat dihitung jumlah tenaga kerja tak langsung yang dibutuhkan, yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{TKTL} &= 40\% \times \text{Total TK} \\ &= 40\% \times 150 \\ &= \mathbf{60} \text{ orang}\end{aligned}$$

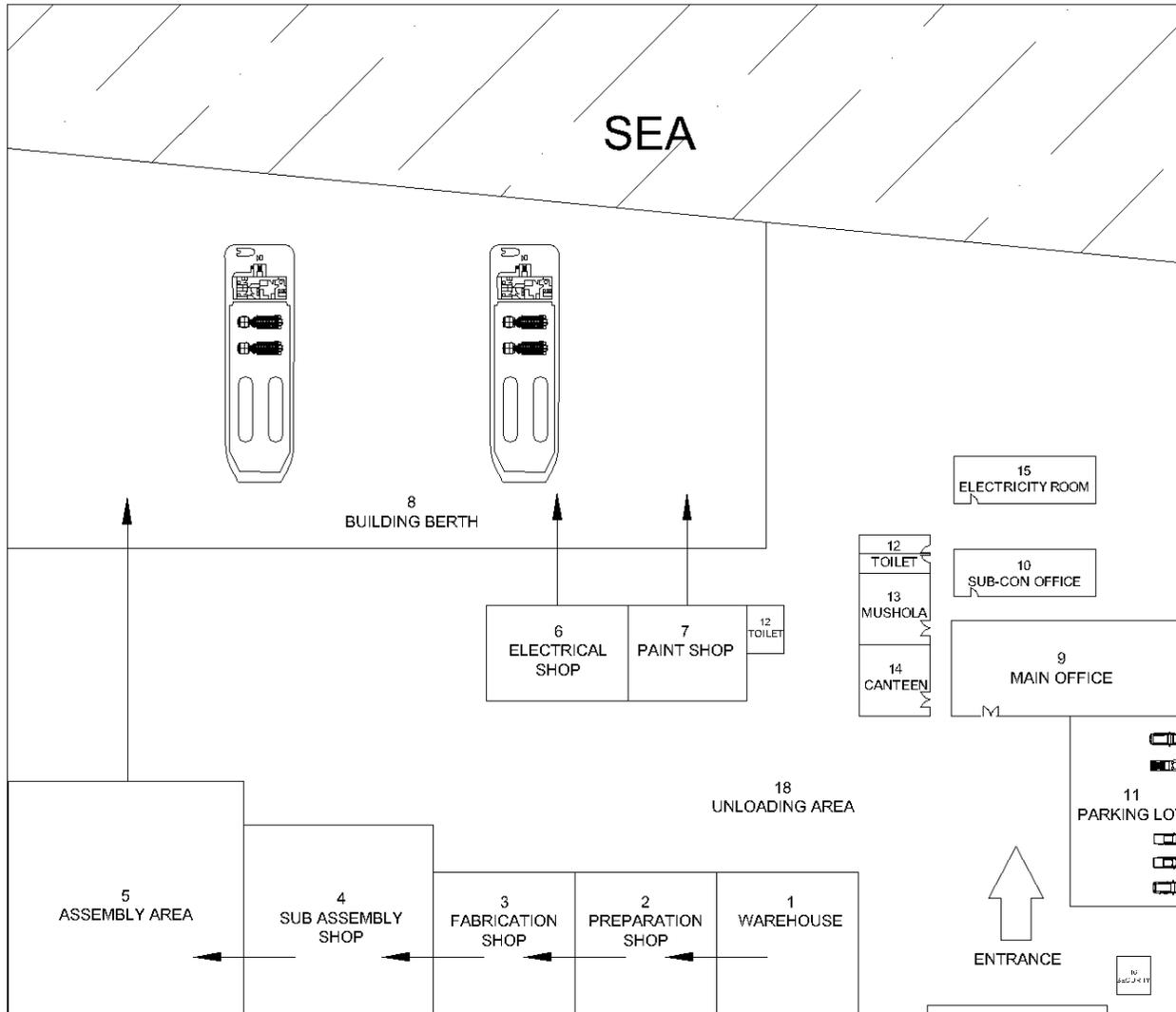
## 5.6. Perencanaan Tata Letak Galangan

Berdasarkan hasil perhitungan untuk fasilitas produksi industri kapal pembangkit listrik maka dapat ditentukan tata letak galangan yang optimal dan efisien. Perencanaan tata letak galangan direncanakan berdasarkan hasil pembobotan lokasi yaitu pada lokasi pertama di Kecamatan Klampis, Kabupaten Bangkalan, Jawa Timur dengan total area 250 x 175 m sehingga total luas yang diperlukan adalah 43,750 m<sup>2</sup>. Galangan direncanakan memiliki beberapa fasilitas produksi seperti gudang penyimpanan, bengkel persiapan, bengkel fabrikasi, bengkel *sub assembly*, *assembly area*, bengkel cat, bengkel listrik, dan *building berth*. Serta fasilitas penunjang lainnya seperti kantor utama, kantor subkontraktor, kantin, mushola, toilet, ruang kelistrikan, ruang satpam, dan area parkir. Luas area bengkel dan fasilitas lainnya ditentukan dengan mempertimbangkan peralatan yang akan digunakan pada fasilitas tersebut, jumlah pekerja, ruang kerja, serta *material handling*.

Bengkel listrik yang ada pada galangan ini berbeda dengan bengkel listrik pada galangan biasa karena bengkel listrik pada galangan ini digunakan untuk tempat penyimpanan komponen yang digunakan dalam sistem pembangkit listrik seperti engine, *economizer*, sistem perpipaan, dsb. Kemudian bengkel ini juga digunakan untuk proses otomasi, kalibrasi, serta pengecekan sistem pembangkit listrik yang nantinya akan dipasang pada kapal sehingga memerlukan beberapa alat khusus yang tidak ada pada bengkel listrik biasa seperti *overhead crane* dengan kapasitas 80 ton, *automation tool*, sistem penyimpanan untuk komponen pembangkit listrik, serta *fire protecting system* yang lebih ketat.

Untuk perencanaan tata letak galangan dapat dilihat pada Gambar 5.17 untuk 2 dimensi dan Gambar 5.18 untuk 3 dimensi.

100



Keterangan:

- 1. Warehouse (30x30 m)
- 2. Preparation Shop (30x30 m)
- 3. Fabrication Shop (30x30 m)
- 4. Sub Assembly Shop (40x40 m)
- 5. Assembly Area (50x50 m)
- 6. Electrical Shop (30x20 m)
- 7. Paint Shop (20x20 m)
- 8. Building Berth (80x100 m)
- 9. Main Office (50x20 m)
- 10. Sub-Con Office (30x10 m)
- 11. Parking Lot (40x25 m)
- 12. Toilet (8x10 m)
- 13. Mushola (15x15 m)
- 14. Kantin (15x15 m)
- 15. Electricity Room (30x10 m)
- 16. Security (4x4 m)



Halaman ini sengaja dikosongkan

## BAB 6

### ANALISA EKONOMIS INDUSTRI KAPAL PEMBANGKIT LISTRIK

Analisa ekonomi adalah salah satu parameter apakah suatu pabrik menguntungkan jika didirikan atau tidak. Untuk mengetahui suatu pabrik layak didirikan secara ekonomi, diperlukan parameter analisa ekonomi. Parameter kelayakan tersebut antara lain NPV (*Net Present Value*), BEP (*Break Event Point*) dan diperlukan perhitungan bahan baku dan produk yang dihasilkan. Selain yang tersebut diatas, juga diperlukan analisa biaya yang diperlukan untuk beroperasi dan utilitas, jumlah dan gaji karyawan serta pengadaan lahan untuk pabrik

#### 6.1. Analisa Nilai Investasi

Nilai investasi merupakan biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan fasilitas dan peralatan yang diperlukan untuk pembuatan produk. Biaya investasi ini meliputi biaya tanah dan bangunan, biaya untuk fasilitas produksi, dan biaya untuk fasilitas penunjang. Estimasi Nilai investasi tanah dapat dilihat pada Tabel 6.1 dan Tabel 6.2 kemudian Tabel 6.3 untuk nilai investasi bangunan dan Tabel 6.4 untuk pekerjaan persiapan dan instalasi.

Tabel 6.1 Estimasi Nilai Investasi Tanah

No	Item	Ukuran			Harga Satuan	Harga Total
		Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	RP/UNIT	RP
1	Pembelian Lahan	250	175	43,750	800,000.00	35,000,000,000.00
<b>Total</b>						<b>35,000,000,000.00</b>

Tabel 6.2 Estimasi Nilai Investasi Persiapan Tanah

Item	Ukuran					Harga Satuan	Harga Total
	Panjang (m)	Lebar (m)	Kedalaman (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Luas (m <sup>2</sup> )	RP/UNIT	RP
Pengurugan Lahan	250	95	1	23,750	23,750	120,000.00	2,850,000,000.00
Pengerukan Lahan	120	80	1	9,600		80,000.00	768,000,000.00
	120	60	3	21,600		80,000.00	1,728,000,000.00
Pemadatan Lahan	250	175			43,750	200,000.00	8,750,000,000.00
<b>Total</b>							<b>14,096,000,000.00</b>

(Sumber: Rukindo. 2018)

Tabel 6.3 Estimasi Nilai Investasi Bangunan

No	Item	Ukuran			Harga Satuan	Harga Total
		Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	RP/UNIT	RP
1	Kantor (Lantai 1)	20	40	800	3,000,000.00	2,400,000,000.00
2	Kantor (Lantai 2)	20	40	800	3,000,000.00	2,400,000,000.00
3	Kantor Sub Kon	30	10	300	1,500,000.00	450,000,000.00
4	Warehouse	30	30	900	3,000,000.00	2,700,000,000.00
5	Bengkel Persiapan	30	30	900	3,000,000.00	2,700,000,000.00
6	Bengkel Fabrikasi	30	30	900	3,000,000.00	2,700,000,000.00
7	Bengkel Sub Assembly	40	40	1600	3,000,000.00	4,800,000,000.00
8	Assembly Area	50	50	2500	3,000,000.00	7,500,000,000.00
9	Erection Area	150	85	12750	500,000.00	6,375,000,000.00
10	Electric Shop	30	20	600	3,000,000.00	1,800,000,000.00
11	Paint Shop	25	20	500	3,000,000.00	1,500,000,000.00
12	Kantin	15	15	225	2,000,000.00	450,000,000.00
13	Mushola	15	15	225	2,000,000.00	450,000,000.00
14	Pos Keamanan	4	4	16	2,000,000.00	32,000,000.00
15	Area parkir	40	20	800	500,000.00	400,000,000.00
16	Ruang Kelistrikan	30	10	300	1,500,000.00	450,000,000.00
17	Pagar	650			1,000,000.00	650,000,000.00
<b>Total</b>						<b>37,757,000,000.00</b>

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa estimasi nilai investasi untuk pembelian tanah adalah sebesar Rp.35,000,000,000.00 dan untuk persiapan tanah sebesar Rp.14,096,000,000.00 sehingga estimasi nilai total investasi untuk tanah adalah sebesar Rp. 49,096,000,000.00. Kemudian untuk estimasi nilai investasi bangunan sebesar Rp.37,757,000,000.00. Untuk estimasi nilai investasi untuk persiaian dan instalasi dapat dilihat pada tabel

Tabel 6.4 Estimasi Nilai Pekerjaan Persiapan dan Instalasi

No	Item	Jumlah	Unit	Harga Satuan (Rp)	Total
1	Generator Listrik 100 kva	2	unit	100,000,000.00	200,000,000.00
2	Office Supply	1	set	250,000,000.00	250,000,000.00
3	Instalasi Air Bersih	1	set	50,000,000.00	50,000,000.00
4	Instalasi Kelistrikan	1	set	50,000,000.00	50,000,000.00
5	Telekomunikasi	1	set	20,000,000.00	20,000,000.00
6	IPAL	1	set	45,000,000.00	45,000,000.00
<b>Total</b>					<b>615,000,000.00</b>

Untuk estimasi nilai investasi untuk peralatan dan fasilitas produksi dapat dilihat pada Tabel 6.5 berikut.

Tabel 6.5 Estimasi Nilai Investasi Peralatan

No	Item	Jumlah	Unit Price		Total Price
			USD	RP	
			13,555.00	1	RP
<b>Gudang</b>					
1	Forklift	1	8,000.00	108,440,000.00	108,440,000
2	Overhead Crane	1	9,000.00	121,995,000.00	121,995,000
3	Rak	3	150.00	2,033,250.00	6,099,750
<b>Preparation Shop</b>					
1	Straightening Machine	1	12,000.00	162,660,000.00	162,660,000
2	Shot Blasting Machine	1	10,000.00	135,550,000.00	135,550,000
3	Overhead Crane	1	9,000.00	121,995,000.00	121,995,000
<b>Fabrication Shop</b>					
1	Pipe Cutting Machine	1	10,000.00	135,550,000.00	135,550,000
2	Roll Machine	1	12,000.00	162,660,000.00	162,660,000
3	Bending Machine	1	12,000.00	162,660,000.00	162,660,000
4	CNC Cutting	1	22,000.00	298,210,000.00	298,210,000
5	Overhead Crane	1	9,000.00	121,995,000.00	121,995,000
6	Forklift	1	8,000.00	108,440,000.00	108,440,000
<b>Sub Assembly Area</b>					
1	Welding Machine	4	1,500.00	20,332,500.00	81,330,000
2	Mobile Crane	1	100,000.00	1,355,500,000.00	1,355,500,000
<b>Assembly Area</b>					
1	Welding Machine	4	1,500.00	20,332,500.00	81,330,000
2	Mobile Crane	1	150,000.00	2,033,250,000.00	2,033,250,000
<b>Electricity Shop</b>					
1	Overhead Crane	1	450,000.00	6,099,750,000.00	6,099,750,000
2	Automation Tool	1	100,000.00	1,355,500,000.00	1,355,500,000
3	Electric Appliances	1	400.00	5,422,000.00	5,422,000
<b>Paint Shop</b>					
1	Airless Spray	2	1,500.00	20,332,500.00	40,665,000
2	Blasting Machine	2	2,000.00	27,110,000.00	54,220,000
<b>Erection Area</b>					
1	Welding Machine	4	1,500.00	20,332,500.00	81,330,000
2	Mobile Crane	2	150,000.00	2,033,250,000.00	4,066,500,000
3	Blok Transporter	1	200,000.00	2,711,000,000.00	2,711,000,000
<b>Electricity Room</b>					
1	Genset	2	5,000.00	67,775,000.00	135,550,000
2	Electrical Appliances	1	400.00	5,422,000.00	5,422,000
<b>Total</b>					<b>19,612,051,750</b>

Dari data pada tabel-tabel diatas dapat dilakukan perhitungan estimasi nilai investasi total yang dibutuhkan untuk sebuah industri kapal pembangkit listrik yang dapat dilihat pada Tabel 6.6 berikut.

Tabel 6.6 Nilai Total Investasi

Item	Nilai Investasi
Biaya Tanah	49,096,000,000.00
Biaya Bangunan	37,757,000,000.00
Fasilitas dan Peralatan	19,612,051,750.00
Instalasi	615,000,000.00
<b>Total Investasi</b>	<b>107,080,051,750.00</b>

Dari Tabel 6.6 dapat diketahui bahwa nilai total investasi untuk industri kapal pembangkit listrik adalah sebesar Rp. 107,080,051,750.00

## 6.2. Analisa Biaya Operasional

Biaya operasional dalam industri kapal pembangkit listrik ini terdiri dari biasa bahan baku material, biaya tenaga kerja langsung dan tenaga kerja tidak langsung, serta biaya *overhead*. Untuk biaya tidak langsung dapat dilihat pada lTabel 6.7 serta untuk rekapitulasi biaya operasional lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 6.8.

Tabel 6.7 Biaya Tidak Langsung

No	Deskripsi	Jumlah	Gaji per Orang
1	Direktur	1	8,500,000.00
2	Sekretaris Direktur	1	4,000,000.00
3	Manajer	1	6,500,000.00
4	Kepala Divisi Pemasaran	1	5,000,000.00
5	Staff Divisi Pemasaran	4	3,500,000.00
6	Kepala Divisi Desain dan Engineering	1	5,000,000.00
7	Staff Divisi Desain dan Engineering	8	3,500,000.00
8	Kepala Divisi Produksi	1	5,000,000.00
9	Staff Divisi Produksi	8	3,500,000.00
10	Kepala Divisi Administrasi	1	5,000,000.00
11	Staff Divisi Administrasi	4	3,500,000.00
12	Kepala Divisi Pengadaan dan Gudang	1	5,000,000.00
13	Staff Divisi Pengadaan dan Gudang	4	3,500,000.00
14	Kepala Divisi HRD	1	5,000,000.00
15	Staff Divisi HRD	4	3,500,000.00
16	Kepala Divisi K3	1	5,000,000.00
17	Staff Divisi K3	4	3,500,000.00
18	Kepala Gudang	1	4,500,000.00

No	Deskripsi	Jumlah	Gaji per Orang
19	Kepala Bengkel	7	4,500,000.00
20	Security	4	2,000,000.00
21	Office Boy	2	2,000,000.00
Total		60	<b>91,500,000.00</b>

Tabel 6.8 Estimasi Biaya Operasional dalam 1 Tahun

No	Deskripsi	Jumlah Produk (Unit)	Biaya (Rp)	Kenaikan Harga/Tahun	1
					2018
<b>PERHITUNGAN BIAYA OPERASIONAL</b>					
<b>BIAYA LANGSUNG</b>				<b>5%</b>	
1	Biaya Bahan Baku Material	1	28,419,170,000.00		28,419,170,000.00
2	Biaya Tenaga Kerja Langsung	1	5,401,200,000.00		5,401,200,000.00
3	Biaya Overhead	1	3,607,900,000.00		3,607,900,000.00
<b>TOTAL BIAYA MATERIAL</b>					<b>37,428,200,000.00</b>

### 6.3. Analisa Harga Pokok Produksi

Penentuan harga pokok produksi yaitu sebagai berikut

Biaya Kebutuhan Material	Rp. 28,419,170,000.00
Biaya Operasional	Rp. 5,401,200,000.00
Overhead Cost	Rp. 3,607,900,000.00
HPP	Rp. 39,686,667,911.00

### 6.4. Analisa Harga Jual

Penentuan harga jual kapal pembangkit listrik dilakukan dengan metode *variable costing*. Dari perhitungan sebelumnya diketahui:

Jadi harga jual kapal pembangkit listrik minimal adalah **Harga Produk/Unit = HPP + Profit (15% HPP)**. Sehingga harga jual adalah Rp. 39,686,667,911.00 + Profit 15% = **45,639,668,097.65**

### 6.5. Analisa Kelayakan Investasi

Untuk menganalisa kelayakan investasi dilakukan metode *payback period*, *net present value*, dan *internal rate of return*. Untuk melakukannya diperlukan arus kas per tahun dan *cash flow* yang dapat dilihat pada Tabel 6.9 dan Tabel 6.10 berikut.

Tabel 6.9 Rekapitulasi Arus Kas

Tahun ke-	Tahun			Pendapatan	Present Value (Dalam Juta Rupiah)
0	2017	Investasi Awal		(107,080.05)	(107,080.05)
1	2018	FCF Tahun 1		4,257.29	3,835.40
2	2019	FCF Tahun 2		6,171.99	5,009.32
3	2020	FCF Tahun 3		7,359.71	5,381.36
4	2021	FCF Tahun 4		8,606.83	5,669.58
5	2022	FCF Tahun 5		9,916.29	5,884.84
6	2023	FCF Tahun 6		10,853.68	5,802.82
7	2024	FCF Tahun 7		12,297.37	5,923.13
8	2025	FCF Tahun 8		13,813.24	5,993.93
9	2026	FCF Tahun 9		15,404.91	6,022.16
10	2027	FCF Tahun 10		17,076.16	6,013.96
11	2028	FCF Tahun 11		18,481.93	5,864.01
12	2029	FCF Tahun 12		19,617.30	5,607.43
13	2030	FCF Tahun 13		22,012.75	5,668.60
14	2031	FCF Tahun 14		24,044.17	5,578.12
15	2032	FCF Tahun 15		26,177.15	5,471.14
16	2033	FCF Tahun 16		34,970.96	6,584.76
17	2034	FCF Tahun 17		37,322.58	6,331.13
18	2035	FCF Tahun 18		39,791.78	6,081.07
19	2036	FCF Tahun 19		42,384.44	5,835.39
20	2037	FCF Tahun 20		44,836.71	5,561.27
		<b>Total FCF</b>		<b>415,397.26</b>	<b>114,119.41</b>
		Bunga Bank	11%		

Tabel 6.9 menunjukkan *earning after tax* atau penghasilan bersih dari industri kapal pembangkit listrik per tahun dan juga *present value* dalam juta rupiah, dari penghasilan tersebut, bunga bank yang digunakan adalah 11%. Dari Tabel 6.9 dapat diketahui bahwa total penghasilan dalam 20 tahun adalah sebesar Rp. 415,397,260,000.00.

Kemudian untuk perhitungan *cash flow* industri kapal pembangkit listrik dapat dilihat pada Tabel 6.10 berikut.

Tabel 6.10 Perhitungan *Cash Flow* Industri Kapal Pembangkit Listrik

Description	Years to Year											
	2017 0	2018 1	2019 2	2020 3	2024 7	2025 8	2026 9	2030 13	2031 14	2032 15	2036 19	2037 20
<b>Investasi</b>												
<b>Total</b>	<b>107,080.05</b>											
<b>Uang Masuk</b>												
Pendapatan												
- Kapal Pembangkit Listrik		91,279.34	95,843.30	100,635.47	122,323.04	128,439.19	134,861.15	163,924.57	172,120.80	180,726.84	219,674.61	230,658.34
<b>EBITDA (Earning Before Interest, Tax, Depreciation and Amortation)</b>		<b>91,279.34</b>	<b>95,843.30</b>	<b>100,635.47</b>	<b>122,323.04</b>	<b>128,439.19</b>	<b>134,861.15</b>	<b>163,924.57</b>	<b>172,120.80</b>	<b>180,726.84</b>	<b>219,674.61</b>	<b>230,658.34</b>
<b>Dana Keluar</b>												
1. Biaya Pokok Produksi		(69,455.30)	(71,589.60)	(74,872.01)	(90,024.08)	(94,213.36)	(98,612.11)	(118,831.14)	(124,445.18)	(130,339.93)	(157,344.88)	(164,868.23)
2. Biaya Perawatan		(120.00)	(126.00)	(132.30)	(160.81)	(168.85)	(177.29)	(215.50)	(226.28)	(237.59)	(288.79)	(303.23)
3. Biaya Tidak Langsung		(2,736.00)	(2,736.00)	(2,736.00)	(2,992.80)	(2,992.80)	(2,992.80)	(3,275.28)	(3,275.28)	(3,275.28)	(3,586.01)	(3,927.81)
<b>Uang Keluar Berdasarkan Aktivitas Investasi</b>												
Nilai Reinvestment		(4,644.39)	(4,644.39)	(4,644.39)	(4,644.39)	(4,644.39)	(4,644.39)	(4,803.74)	(4,803.74)	(4,803.74)	(4,803.74)	(4,803.74)
<b>Uang Keluar Berdasarkan Aktivitas Keuangan</b>												
1. Pembayaran Angsuran Pinjaman		(1,867.38)	(2,072.80)	(2,300.80)	(3,492.78)	(3,876.99)	(4,303.46)	(6,532.95)	(7,251.58)	(8,049.25)		
2. Pembayaran Angsuran Bunga Pinjaman		(7,067.28)	(6,861.87)	(6,633.86)	(5,441.88)	(5,057.68)	(4,631.21)	(2,401.72)	(1,683.09)	(885.42)		
<b>Total</b>		<b>(85,890.36)</b>	<b>(88,030.66)</b>	<b>(91,319.38)</b>	<b>(106,756.75)</b>	<b>(110,954.07)</b>	<b>(115,361.27)</b>	<b>(136,060.33)</b>	<b>(141,685.15)</b>	<b>(147,591.20)</b>	<b>(166,023.42)</b>	<b>(173,903.01)</b>
<b>EBT (Earning Before Tax)</b>		<b>5,388.98</b>	<b>7,812.64</b>	<b>9,316.09</b>	<b>15,566.29</b>	<b>17,485.12</b>	<b>19,499.89</b>	<b>27,864.24</b>	<b>30,435.66</b>	<b>33,135.64</b>	<b>53,651.19</b>	<b>56,755.32</b>
Pajak	0.21	(1,131.69)	(1,640.65)	(1,956.38)	(3,268.92)	(3,671.87)	(4,094.98)	(5,851.49)	(6,391.49)	(6,958.48)	(11,266.75)	(11,918.82)
<b>EAT (Earning After Tax)</b>		<b>4,257.29</b>	<b>6,171.99</b>	<b>7,359.71</b>	<b>12,297.37</b>	<b>13,813.24</b>	<b>15,404.91</b>	<b>22,012.75</b>	<b>24,044.17</b>	<b>26,177.15</b>	<b>42,384.44</b>	<b>44,836.71</b>
<b>Akumulasi Pendapatan Bersih</b>		<b>4,257.29</b>	<b>10,429.28</b>	<b>17,788.99</b>	<b>59,463.16</b>	<b>73,276.40</b>	<b>88,681.32</b>	<b>165,669.47</b>	<b>189,913.63</b>	<b>216,090.79</b>	<b>370,960.55</b>	<b>415,397.26</b>

Dari Tabel 6.9 dan Tabel 6.10 kemudian dilakukan perhitungan *payback period*, *net present value*, dan *internal rate of return*. Hasil perhitungannya untuk dapat dilihat pada Tabel 6.11

Tabel 6.11 Nilai NPV, PBP, dan IRR

<b>NPV</b>	Rp. 7,039,366,380.00
<b>Payback Period</b>	10 Tahun
<b>IRR</b>	11.66 %
<b>Kelayakan</b>	Go Project / Layak

Dari Tabel 6.11 didapatkan *payback period* terjadi pada tahun ke 10 dengan nilai NPV sebesar Rp. 7,039,366,380.00. Sedangkan nilai IRR sebesar 11.66%. Untuk nilai IRR ini kemudian dibandingkan dengan *minimum attractive rate of return* (MARR) dimana apabila  $IRR \geq MARR$  maka bisnis tersebut layak secara finansial. MARR yang digunakan adalah 11% sehingga  $IRR \geq MARR$  maka industri ini layak secara finansial.

## **BAB 7**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **7.1. Kesimpulan**

Setelah dilakukan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil analisa pasar kapal pembangkit listrik adalah kapal pembangkit listrik akan ditempatkan di enam provinsi dengan rasio elektrifikasi dibawah 80% dan di provinsi yang memiliki pulau kecil lebih dari 10, untuk memenuhi kebutuhan listrik tersebut dibutuhkan total 40 unit kapal.
2. Hasil analisa teknis kapal pembangkit listrik adalah yang pertama pemilihan lokasi untuk industri kapal pembangkit listrik ini adalah di Desa Buluk Agung, Kecamatan Klampis, Kabupaten Bangkalan. Dengan luas tanah 175x250 m atau 43,750 m<sup>2</sup> dan kapasitas produksi 2 unit kapal per tahun dengan ukuran LOA kapal 50 m, B 14.6 m, dan H kapal 3.1, serta kapasitas pembangkit listrik sebesar 8.6 MW.
3. Hasil analisa ekonomis kapal pembangkit listrik adalah biaya investasi yang diperlukan adalah sebesar Rp. 107,080,051,750.00. nilai tersebut terdiri dari nilai investasi tanah sebesar, nilai investasi bangunan sebesar, nilai investasi peralatan sebesar, dan biaya persiapan dan instalasi infrastruktur penunjang sebesar
4. *Payback period* terjadi pada tahun ke 10. Nilai *net present value* sebesar Rp 7,039,366,380.00 dan nilai *internal rate of return* sebesar 11.66% sehingga industri ini dinyatakan layak.

#### **7.2. Saran**

Dari hasil penelitian ini terdapat saran sebagai berikut:

1. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kapal pembangkit skala besar (50-100 MW)
2. Diperlukan perhitungan lebih lanjut mengenai desain kapal pembangkit listrik

Halaman ini sengaja dikosongkan

## DAFTAR PUSTAKA

- Bustami, N. (2006). *Akuntansi Biaya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Daerah Tertinggal Indonesia*. (2017). Retrieved from Sekretariat Kabinet: <http://setkab.go.id/122-daerah-ini-ditetapkan-pemerintah-sebagai-daerah-tertinggal-2015-2019/>
- Dua Kapal Pembangkit Listrik dari Turki Menuju Indonesia*. (2016). Retrieved from Kompas: <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2016/11/17/202719126/dua.kapal.pembangkit.listrik.dari.turki.menuju.indonesia>
- Economic and Social of Indonesia*. (2017). Retrieved from UNESCAP: [www.unescap.org/stat/sos1/sos1\\_indonesia.pdf](http://www.unescap.org/stat/sos1/sos1_indonesia.pdf)
- Floating Power Plant Market*. (2017). Retrieved from Market Research Future: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/floating-power-plant-market-3788>
- Hadiansyah, D. D. (2017). *Analisa Teknis dan Ekonomis Perancangan dan Produksi Pontoon Lift untuk Kapal Ikan 60 GT*. Surabaya: ITS.
- Jumlah Penduduk Maluku*. (2017). Retrieved from Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku: [maluku.bps.go.id](http://maluku.bps.go.id)
- Jumlah Penduduk Maluku Utara*. (2017). Retrieved from Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku Utara: [malut.bps.go.id](http://malut.bps.go.id)
- Jumlah Penduduk Nusa Tenggara Barat*. (2017). Retrieved from Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Barat: [ntb.bps.go.id](http://ntb.bps.go.id)
- Jumlah Penduduk Nusa Tenggara Timur*. (2017). Retrieved from Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Timur: [ntt.bps.go.id](http://ntt.bps.go.id)
- Jumlah Penduduk Papua*. (2017). Retrieved from Badan Pusat Statistik Provinsi Papua: [papua.bps.go.id](http://papua.bps.go.id)
- Jumlah Penduduk Sulawesi Selatan*. (2017). Retrieved from Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan: [sulsel.bps.go.id](http://sulsel.bps.go.id)
- Jurnal Non Degree ITS. (2017). *Syncrolift*.
- MHI: Floating Power Plants Mobile Power Generation for Island Living*. (2017). Retrieved from Forbes: <https://www.forbes.com/sites/mitsubishiheavyindustries/2017/08/18/floating-power-plants-mobile-power-generation-for-island-living/>
- Oza, H. (1965). *Dock and Harbour Engineering*. Charotar Book Stall.
- Penduduk Pulau-Pulau Kecil*. (2017). Retrieved from Direktorat Pendayagunaan Pulau-Pulau Kecil: [ppk-kp3k.kkp.go.id](http://ppk-kp3k.kkp.go.id)
- PLN. (2016). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT. PLN 2016-2015*. Jakarta.
- PLN. (2016). *Statistik Ketenagalistrikan 2016*. Jakarta.
- Powership*. (2017). Retrieved from Karpowership: [karpowership.com](http://karpowership.com)
- PT Rukindo*. (2018). Retrieved from <http://industri.kontan.co.id/news/rukindo-bidik-kontrak-pengerukan-dari-pertamina-dan-pln-1>
- Rasio Elektrifikasi Indonesia*. (2016). Retrieved from Tempo: [tempo.co](http://tempo.co)
- Sarana Pendidikan Formal*. (2017). Retrieved from Badan Pusat Statistik Kabupaten Gresik: [gresikkab.bps.go.id](http://gresikkab.bps.go.id)
- Sarana Pendidikan Formal*. (2017). Retrieved from Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangkalan: [bangkalankab.bps.go.id](http://bangkalankab.bps.go.id)

- Sarwono, E. (2016). *PLTMG/PLTD Dual Fuel*. Retrieved from Pembangkit Listrik: <http://www.pembangkitlistrik.com/wp-content/uploads/2016/04/PLTMG-Dual-Fuel.pdf>
- Soejitno. (1997). *Tata Letak Galangan*. Surabaya.
- Sujatmiko. (2016, Februari 28). *Program Indonesia Terang Segera Direalisasikan*. Retrieved Mei 26, 2016, from Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral: <http://www.esdm.go.id>
- Supomo, H. (2016). *Diktat Teknologi Produksi Kapal Lanjut*. Surabaya.
- Suryabrata, S. (1983). *Metode Penelitian*. Jakarta: CV Rajawali.
- Wakil, M. M. (1984). *Powerplant Technology*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Watson, D. G. (1998). *Practical Ship Design*. Kidlington: Elsevier.
- Wignjoesobroto, S. (1990). *Tata Letak Pabrik dan Pемindahan Bahan*. Jakarta: Guna Widya.

**LAMPIRAN A**

**ANALISA PASAR**

## Data Pulau Kecil per Provinsi

Rasio Elektrifikasi	58.65%		
<b>NTT</b>			
Kota/Kabupaten	Jumlah Penduduk	Jumlah Pulau	Jumlah Kapal
KUPANG	401,116	3	1
TIMOR TENGAH SELATAN	462,469		
TIMOR TENGAH UTARA	250,490		
BELU	220,043		
ALOR	209,345	5	1
FLORES TIMUR	279,342	2	1
SIKKA	313,867	7	1
ENDE	269,398		
NGADA	164,212		
MANGGARAI	317,762	1	1
SUMBA TIMUR	236,409	1	1
SUMBA BARAT	144,627		
LEMBATA	133,152		
ROTE NDAO	143,155	4	1
MANGGARAI BARAT	255,723	7	1
NAGEKEO	159,700		
SUMBA TENGAH	83,922		
SUMBA BARAT DAYA	302,611		
MANGGARAI TIMUR	251,799		
SABU RAIJUA	92,713		
MALAKA	189,991		
KOTA KUPANG	436,697		
<b>Total</b>	<b>5,318,543</b>	<b>30</b>	
<b>Belum Dialiri Listrik</b>	<b>2,199,377</b>		
<b>Asumsi Kebutuhan Listrik</b>	<b>494.8598445</b>		

Nusa Tenggara Timur				
No	Pulau Berpenduduk	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Asumsi Kebutuhan Listrik (kW)	Kota/Kabupaten
1	Babi	1831	0.412	Sikka
2	Bajo	628	0.141	manggarai barat
3	Besar	3647	0.821	sikka
4	Dambilah	1330	0.299	sikka
5	Ende	6498	1.462	ende
6	Halura	3548	0.798	sumba timur
7	Kanawa	182	0.041	manggarai barat
8	Kangge	644	0.145	alor
9	Komodo	1349	0.304	manggarai barat
10	Konga	996	0.224	flores timur
11	Landu	1474	0.332	rote ndao
12	Longos	891	0.200	manggarai barat
13	Manuk Nusa	1238	0.279	rote ndao
14	Mules	2528	0.569	manggarai
15	Ndao	3123	0.703	rote ndao
16	Nuse	3123	0.703	rote ndao
17	Palue	7708	1.734	Sikka
18	Pangabatang	1330	0.299	Sikka
19	Pantar	12899	2.902	alor
20	Parumaan	194	0.044	Sikka
21	Pemana Besar	1831	0.412	Sikka
22	Pura	2228	0.501	alor
23	Raijua	1113	0.250	kupang
24	Rinca	1166	0.262	manggarai barat
25	Rusa	644	0.145	alor
26	Sabu	18614	4.188	kupang
27	Semau	2856	0.643	kupang
28	Seraya Besar	2055	0.462	manggarai barat
29	Seraya Kecil	261	0.059	manggarai barat
30	Sika	2808	0.632	alor
31	Solor	20884	4.699	flores timur
			<b>24.665 MW</b>	

Rasio Elektrifikasi	72.77%		
<b>NTB</b>			
<b>Kota/Kabupaten</b>	<b>Jumlah Penduduk</b>	<b>Jumlah Pulau</b>	<b>Jumlah Kapal</b>
Lombok Barat	711,712	10	2
Lombok Tengah	1,032,258		
Lombok Timur	1,286,048	5	1
Sumbawa	507,715	6	1
Dompu	214,152	1	1
Bima	523,111	9	1
Sumbawa Barat	134,343		
Lombok Utara	232,747		
Kota Mataram	417,354		
Kota Bima	139,366		
<b>Total</b>	<b>5,198,806</b>	<b>31</b>	<b>6</b>
<b>Belum Dialiri Listrik</b>	<b>1,415,635</b>		
<b>Asumsi Kebutuhan Listrik</b>	<b>318.5178466</b>		

**Nusa Tenggara Barat**

No	Pulau Berpenduduk	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Asumsi Kebutuhan Listrik (kW)	Kota/Kabupaten
1	Nisa, Na'e	8404	1.891	-
2	Gilisudaq	3165	0.712	Lombok Barat
3	Gilitapan	1203	0.271	Sumbawa
4	Amben Gili	2106	0.474	Lombok Barat
5	Asahan Gili	2974	0.669	Lombok Barat
6	Gede Gili	3793	0.853	Lombok Barat
7	Kedis Gili	5128	1.154	Lombok Barat
8	Layar Gili	4912	1.105	Lombok Barat
9	Nanggu Gili	3528	0.794	Lombok Barat
10	Rengit Gili	6993	1.573	Lombok Barat
11	Sudaq Gili	3712	0.835	Lombok Barat
12	Tangkong Gili	2192	0.493	Lombok Barat
13	Belek Gili	3961	0.891	Lombok Timur
14	Bidara Gili	1763	0.397	Lombok Timur
15	Maringkik Gili	3842	0.864	Lombok Timur
16	Ree Gili	3164	0.712	Lombok Timur
17	Sunut Gili	4218	0.949	Lombok Timur
18	Bungin	1634	0.368	Sumbawa
19	Kaung	1854	0.417	Sumbawa
20	Medang	2327	0.524	Sumbawa
21	Moyo	6749	1.519	Sumbawa
22	Panjang	2813	0.633	Sumbawa
23	Bajo Kwangko Nisa á	1850	0.416	Dompu
24	Kamara	1204	0.271	Bima
25	Na'e Nisa á	941	0.212	Bima
26	Naga Sumi Nisa á	1048	0.236	Bima
27	Puahalima Nisa á	3509	0.790	Bima
28	Sangiang	846	0.190	Bima
29	Tando Nguwu Na'e Nisa á	1307	0.294	Bima
30	Tando Nguwu To'i Nisaá	916	0.206	Bima
31	Wane Nisa á	784	0.176	Bima
			<b>20.889 MW</b>	

Rasio Elektrifikasi	84.80%		
<b>MALUKU</b>			
<b>Kota/Kabupaten</b>	<b>Jumlah Penduduk</b>	<b>Jumlah Pulau</b>	<b>Jumlah Kapal</b>
MALUKU TENGAH	420,802	14	1
MALUKU TENGGARA	125,328	28	2
MALUKU TENGGARA BARAT	121,971	74	4
BURU	130,305	2	1
SERAM BAGIAN TIMUR	127,239	14	2
SERAM BAGIAN BARAT	207,387	8	1
KEPULAUAN ARU	101,966	31	3
MALUKU BARAT DAYA	62,488		14
BURU SELATAN	72,774		
KOTA AMBON	374,636		
KOTA TUAL	84,332		
<b>Total</b>	<b>1,829,228</b>	<b>171</b>	<b>14</b>
<b>Belum Dialiri Listrik</b>	<b>278,043</b>		
<b>Asumsi Kebutuhan Listrik</b>	<b>62.5595976</b>		

Maluku						
No	Pulau Berpenduduk	Kota/Kabupaten		No	Pulau Berpenduduk	Kota/Kabupaten
1	Lirang	maluku tenggara barat		33	Haniar	maluku tenggara
2	Wetar	maluku tenggara barat		34	Kumer	maluku tenggara
3	Kisar	maluku tenggara barat		35	Kur	maluku tenggara
4	Meatimiarang	maluku tenggara barat		36	Lik	maluku tenggara
5	Marsela	maluku tenggara barat		37	Mangur	maluku tenggara
6	Selaru	maluku tenggara barat		38	Manir	maluku tenggara
7	Larat	maluku tenggara barat		39	Ohoitir	maluku tenggara
8	Panambulai	maluku tenggara barat		40	Ohoiwa	maluku tenggara
9	LETI	maluku tenggara barat		41	Tam	maluku tenggara
10	Warbal	maluku tenggara barat		42	Tanimbar Kei	maluku tenggara
11	Yut, Nuhu/Kei Besar	maluku tenggara		43	Tarwa	maluku tenggara
12	Buru	-		44	Tayando	maluku tenggara
13	Ambon	-		45	Ubur	maluku tenggara
14	Seram	-		46	Ur	maluku tenggara
15	Banda Besar	Maluku Tengah		47	Ut	maluku tenggara
16	Cempedak	Maluku Tengah		48	Walir	maluku tenggara
17	Ela	Maluku Tengah		49	Yanan Nuhu	maluku tenggara
18	Haruku	Maluku Tengah		50	Yut Nuhu	maluku tenggara
19	Hatala	Maluku Tengah		51	Adana	maluku tenggara
20	Hatta	Maluku Tengah		52	Angwarmase	maluku tenggara
21	Lain	Maluku Tengah		53	Aryama	maluku tenggara
22	Laut Nusa	Maluku Tengah		54	Divin	maluku tenggara
23	Nila	Maluku Tengah		55	Farnusan	Maluku tenggara barat
24	Rhun	Maluku Tengah		56	Fordata	Maluku tenggara barat
25	Saparua	Maluku Tengah		57	Gunungapi	maluku tengah
26	Serua	Maluku Tengah		58	Kabawa	Maluku tenggara barat
27	Teon	Maluku Tengah		59	Kaha Nu	Maluku tenggara barat
28	Dianpulau	Maluku Tenggara		60	Kalenan	Maluku tenggara barat
29	Dullah	Maluku Tenggara		61	Karatat	Maluku tenggara barat
30	Duroa	Maluku Tenggara		62	Kesbui	Maluku tenggara barat
31	Fadol	Maluku Tenggara		63	Kore	Maluku tenggara barat
32	Fair	Maluku Tenggara		64	Labobar	Maluku tenggara barat

No	Pulau Berpenduduk	Kota/Kabupaten	No	Pulau Berpenduduk	Kota/Kabupaten
65	Lewar Nus	maluku tenggara barat	97	Geser	kepulauan aru
66	Manuk	maluku tenggara barat	98	Gorom	seram bagian timur
67	Maru	maluku tenggara barat	99	Kefing	seram bagian timur
68	Matakus	maluku tenggara barat	100	Kesui	seram bagian timur
69	Mesa Nus	maluku tenggara barat	101	Kidan	seram bagian timur
70	Mese Nus	maluku tenggara barat	102	Kifar	seram bagian timur
71	Mitak	maluku tenggara barat	103	Kilwaru	seram bagian timur
72	Molo	maluku tenggara barat	104	Kwamor	seram bagian timur
73	Nanwaan	maluku tenggara barat	105	Manuoko	seram bagian timur
74	Nera	maluku tenggara barat	106	Panjang	seram bagian timur
75	Ngapun Nus	maluku tenggara barat	107	Parang	seram bagian timur
76	Ngolin	maluku tenggara barat	108	Seram Laut	seram bagian timur
77	Nitu Nus	maluku tenggara barat	109	Teor	seram bagian timur
78	Nutkaltur	maluku tenggara barat	110	Watubela	seram bagian timur
79	Sabal	maluku tenggara barat	111	Babi	seram bagian barat
80	Seira	maluku tenggara barat	112	Buano	seram bagian barat
81	Selaru	maluku tenggara barat	113	Kasuari	seram bagian barat
82	Selu	maluku tenggara barat	114	Kelang	seram bagian barat
83	Sukler	maluku tenggara barat	115	Manipa	seram bagian barat
84	Temar Nus	maluku tenggara barat	116	Nine	seram bagian barat
85	Tual	maluku tenggara barat	117	Ose	seram bagian barat
86	Unggar	maluku tenggara barat	118	Pua	seram bagian barat
87	Wat Warat	maluku tenggara barat	119	Aduar	kepulauan aru
88	Watuwawan	maluku tenggara barat	120	Babi Besar	kepulauan aru
89	Weru	maluku tenggara barat	121	Bengori	kepulauan aru
90	Wolas	maluku tenggara barat	122	Berdefan	kepulauan aru
91	Wurmali	maluku tenggara barat	123	Garja	kepulauan aru
92	Wuryaru	maluku tenggara barat	124	Goil	kepulauan aru
93	Wutat	maluku tenggara barat	125	Jerwatu	kepulauan aru
94	Yamdena	maluku tenggara barat	126	Jursiang	kepulauan aru
95	Yayaru	maluku tenggara barat	127	Kargaeyam	kepulauan aru
96	Garogos	seram bagian timur	128	Kobadangar	kepulauan aru

No	Pulau Berpenduduk	Kota/Kabupaten	No	Pulau Berpenduduk	Kota/Kabupaten
129	Kobaselfara	kepulauan aru	161	Liakra	maluku tenggara barat
130	Kobaseltimur	kepulauan aru	162	Luang	maluku tenggara barat
131	Kobroor	kepulauan aru	163	Maupora Nus	maluku tenggara barat
132	Kumul	kepulauan aru	164	Metang Nus	maluku tenggara barat
133	Kwerlau	kepulauan aru	165	Metimarang	maluku tenggara barat
134	Lola	kepulauan aru	166	Moa	maluku tenggara barat
135	Manjau	kepulauan aru	167	Redong	maluku tenggara barat
136	Mariri	kepulauan aru	168	Romang	maluku tenggara barat
137	Mohon Pulau	kepulauan aru	169	Sermata	maluku tenggara barat
138	Penambulai	kepulauan aru	170	Terbang Selatan	maluku tenggara barat
139	Sirsir	kepulauan aru	171	Terbang Utara	maluku tenggara barat
140	Toba	kepulauan aru	172	Wetang	maluku tenggara barat
141	Tulaha	kepulauan aru	173	Yata Nus	buru
142	Walak	kepulauan aru	174	Ambalau	buru
143	Walamah	kepulauan aru	175	Tengah	kepulauan aru
144	Wamar	kepulauan aru			
145	Waria	kepulauan aru			
146	Warialau	kepulauan aru			
147	Wokam	kepulauan aru			
148	Babar	Maluku tenggara barat			
149	Babi	Maluku tenggara barat			
150	Dai	Maluku tenggara barat			
151	Damer	Maluku tenggara barat			
152	Dawelor	Maluku tenggara barat			
153	Dawera	Maluku tenggara barat			
154	Dona Hayori	Maluku tenggara barat			
155	Kepury	Maluku tenggara barat			
156	Kital Nus	Maluku tenggara barat			
157	Lakor	Maluku tenggara barat			
158	Letti	Maluku tenggara barat			
159	Leur Barat Nus	Maluku tenggara barat			
160	Leur Nus	Maluku tenggara barat			

Rasio Elektrifikasi	94.46%		
<b>MALUKU UTARA</b>			
<b>Kota/Kabupaten</b>	<b>Jumlah Penduduk</b>	<b>Jumlah Pulau</b>	<b>Jumlah Kapal</b>
HALMAHERA BARAT	132,030	2	1
HALMAHERA TENGAH	50,013	4	1
HALMAHERA UTARA	193,709	16	2
HALMAHERA SELATAN	246,638	39	3
KEPULAUAN SULA	109,490	7	1
HALMAHERA TIMUR	90,652	11	2
PULAU MOROTAI	64,692		
PULAU TALIABU	55,797		
KOTA TERNATE	215,135	3	1
KOTA TIDORE KEPULAUAN	111,097	6	1
<b>Total</b>	<b>1,269,253</b>	<b>88</b>	<b>12</b>
<b>Belum Dialiri Listrik</b>	<b>70,317</b>		
<b>Asumsi Kebutuhan Listrik</b>	<b>15.82123865</b>		

Maluku Utara					
No	Pulau Berpenduduk	Kota/Kabupaten	No	Pulau Berpenduduk	Kota/Kabupaten
1	Halmahera		33	Kayoa	halmahera selatan
2	Yiew Besar	halmahera tengah	34	Laigoma	halmahera selatan
3	Yiew Kecil	halmahera tengah	35	Latalata	halmahera selatan
4	Mofi	halmahera tengah	36	Lelei	halmahera selatan
5	Tuakara	halmahera tengah	37	Loid	halmahera selatan
6	Kahatola	halmahera barat	38	Luo	halmahera selatan
7	Sisir Lamo	halmahera barat	39	Makian	halmahera selatan
8	Gebe	halmahera tengah	40	Mandioli	halmahera selatan
9	Yoi	halmahera tengah	41	Muari	halmahera selatan
10	Bobale	halmahera utara	42	Nanas Besar	halmahera selatan
11	Dagasuli	halmahera utara	43	Nusababula	halmahera selatan
12	Doi	halmahera utara	44	Nusadeket	halmahera selatan
13	Kakara Lamo	halmahera utara	45	Obilatu	halmahera selatan
14	Kumo	halmahera utara	46	Obimayor	halmahera selatan
15	Meti	halmahera utara	47	Parapotang	halmahera selatan
16	Salangadeke	halmahera utara	48	Pasituri	halmahera selatan
17	Tagalaya	halmahera utara	49	Sabatang	halmahera selatan
18	Tobotobo Kecil	halmahera utara	50	Sali Kecil	halmahera selatan
19	Tolonuo	halmahera utara	51	Talimau	halmahera selatan
20	Bacan	halmahera selatan	52	Tameti	halmahera selatan
21	Batanglomang	halmahera selatan	53	Tapa	halmahera selatan
22	Bisa	halmahera selatan	54	Tawabi	halmahera selatan
23	Bisori Besar	halmahera selatan	55	Tawale Kecil	halmahera selatan
24	Damar	halmahera selatan	56	Tuada	halmahera selatan
25	Dowora Lamo	halmahera selatan	57	Waidoba	halmahera selatan
26	Gafi	halmahera selatan	58	Ipa Pas	kepulauan sula
27	Gamumu	halmahera selatan	59	Kano	kepulauan sula
28	Gonone	halmahera selatan	60	Kena Pas	kepulauan sula
29	Joronga	halmahera selatan	61	Lifmatola	kepulauan sula
30	Kasiruta	halmahera selatan	62	Limbo	kepulauan sula
31	Katinai Kecil	halmahera selatan	63	Nui Pas	kepulauan sula
32	Katinai	halmahera selatan	64	Tabulu Pas	kepulauan sula

<b>No</b>	<b>Pulau Berpenduduk</b>	<b>Kota/Kabupaten</b>
65	Belingsili Besar	halmahera timur
66	Belingsili Kecil	halmahera timur
67	Cef	halmahera timur
68	England	halmahera timur
69	Gee	halmahera timur
70	Pakal	halmahera timur
71	Roni	halmahera timur
72	Sai	halmahera timur
73	Seal	halmahera timur
74	Sloton	halmahera timur
75	To	halmahera timur
76	Wor	halmahera selatan
77	Galogalo Besar	halmahera selatan
78	Kolorai	halmahera utara
79	Morotai	halmahera utara
80	Ngelengele Besar	halmahera utara
81	Rao	halmahera utara
82	Saminyamau	halmahera utara
83	Hiri	ternate
84	Mayau	ternate
85	Moti	ternate
86	Ternate	tidore
87	Tufure	tidore
88	Maitara	tidore
89	Mare	tidore
90	Raja	tidore
91	Tidore	tidore

Rasio Elektrifikasi	45.93%		
PAPUA BARAT			
Kota/Kabupaten	Jumlah Penduduk	Jumlah Pulau	Jumlah Kapal
SORONG	118,629	1	1
MANOKWARI	185,059	2	1
FAK FAK	84,438	8	1
SORONG SELATAN	57,503		
RAJA AMPAT	62,673	42	1
TELUK BINTUNI	76,701	6	1
TELUK WONDAMA	41,180	6	1
KAIMANA	61,186	1	1
TAMBRAUW	28,892		
MAYBRAT	41,307		
MANOKWARI SELATAN	33,907		
PEGUNUNGAN ARFAK	36,707		
KOTA SORONG	274,793		
<b>Total</b>	<b>1,102,975</b>	<b>66</b>	<b>7</b>
<b>Belum Dialiri Listrik</b>	<b>596,379</b>		
<b>Asumsi Kebutuhan Listrik</b>	<b>134.1851811</b>		

Papua Barat						
No	Pulau Berpenduduk	Kota/Kabupaten		No	Pulau Berpenduduk	Kota/Kabupaten
1	Salawati	raja empat		33	Minyaifun	raja empat
2	Arar	kaimana		34	Misool	raja empat
3	Kebu	raja empat		35	Mumus	raja empat
4	Lio	sorong		36	Mutus	raja empat
5	Lemon	manokwari		37	Ngalalel Sawifat	raja empat
6	Mansinam	manokwari		38	Podok	raja empat
7	Alasi Barat Nus	fakfak		39	Rauki	raja empat
8	Alasi Tengah Nus	fakfak		40	Reni	raja empat
9	Banuwain	fakfak		41	Rumbabo	raja empat
10	Kani	fakfak		42	Runi	raja empat
11	Kurkam	fakfak		43	Rutum	raja empat
12	Lani	fakfak		44	Samaga	raja empat
13	Panjang	fakfak		45	Saonek	raja empat
14	Patipi	fakfak		46	Sobrain Sawi	raja empat
15	Abidon	raja empat		47	Sopoon	raja empat
16	Aiwawir Yen	raja empat		48	Waaf Tol	raja empat
17	Arefi	raja empat		49	Waigeo	raja empat
18	Ayem	raja empat		50	Warir	raja empat
19	Batanta	raja empat		51	Weijim Pale	raja empat
20	Belles Le	raja empat		52	Weslu	raja empat
21	Biantsyi Yef	raja empat		53	Yarweser	raja empat
22	Birie	raja empat		54	Amutu Besar	teluk bintuni
23	Boni	raja empat		55	Kaputu	teluk bintuni
24	Dayan Bonder	raja empat		56	Rumofradu	teluk bintuni
25	Duf	raja empat		57	Sianiri Besar	teluk bintuni
26	Gayang	raja empat		58	Wamar Nus	teluk bintuni
27	Jailolo Iba	raja empat		59	Wimbrow	teluk bintuni
28	Kasimraja	raja empat		60	Imberei Yen	teluk wondama
29	Lenmakana Wal	raja empat		61	Karami	teluk wondama
30	Maliwai Lu	raja empat		62	Mamuran Besar Nu	teluk wondama
31	Man Yef	raja empat		63	Orowi	teluk wondama
32	Manorom	raja empat		64	Roon	teluk wondama
				65	Roswar	teluk wondama

Rasio Elektrifikasi	75.56%		
SULAWESI SELATAN			
Kota/Kabupaten	Jumlah Penduduk	Jumlah Pulau	Jumlah Kap
Kepulauan Selayar	130,199	2	
Bulukumba	410,485		
Bantaeng	183,386		
Jeneponto	355,599		
Takalar	286,906	3	
Gowa	722,702		
Sinjai	238,099	1	
Maros	339,300		
Pangkajene Kepulauan	323,597	5	
Barru	171,217	1	
Bone	742,912		
Soppeng	226,116		
Wajo	393,218		
Sindereng rapping	289,787		
Pinrang	366,789		
Enrekang	199,998		
Luwu	350,218		
Tana Toraja	228,984		
Luwu Utara	302,687		
Luwu Timur	275,595		
Toraja Utara	225,516		
Makassar	1,449,401		
Pare-pare	138,699		
Palopo	168,898		
<b>Total</b>	<b>8,520,308</b>	<b>12</b>	
<b>Belum Dialiri Listrik</b>	<b>2,082,363</b>		
<b>Asumsi Kebutuhan Lis</b>	<b>468.5317369</b>		

Sulawesi Selatan				
No	Pulau Berpenduduk	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Asumsi Kebutuhan Listrik (kW)	Kota/Kabupaten
1	Bahuluang	701	0.16	Selayar
2	Kanalosatu	521	0.12	Sinjai
3	Kayuadi	7581	1.71	Selayar
4	Labbotallua	691	0.16	Takalar
5	Lantangpeo	492	0.11	Takalar
6	Polassi	1351	0.30	Barru
7	Puteangin	674	0.15	Takalar
8	Rewatara	995	0.22	Pangkajene
9	Sabangko	263	0.06	Pangkajene
10	Sabutung	1304	0.29	Pangkajene
11	Sagara	485	0.11	Pangkajene
12	Salemo	2806	0.63	Pangkajene
			<b>4.02</b>	<b>MW</b>

## **LAMPIRAN B**

### **PERHITUNGAN PEMBOBOTAN**

Kriteria	Kondisi lahan	Tenaga kerja	Bahan baku	Pemasaran	Tata ruang	Modal	Infrastruktur
Kondisi lahan	1.00	3.00	3.00	2.00	5.00	0.50	0.25
Tenaga kerja	0.33	1.00	0.33	0.50	2.00	0.33	0.50
Bahan baku	0.33	3.00	1.00	0.50	3.00	0.50	0.50
Pemasaran	0.50	2.00	2.00	1.00	4.00	0.50	0.33
Tata ruang	0.20	0.50	0.33	0.25	1.00	0.25	0.20
Modal	2.00	3.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00
Infrastruktur	4.00	2.00	2.00	3.00	5.00	0.50	1.00
Jumlah	8.37	14.50	10.67	9.25	24.00	3.58	4.78

Kriteria	Kondisi lahan	Tenaga kerja	Bahan baku	Pemasaran	Tata ruang	Modal	Infrastruktur
Kondisi lahan	0.12	0.21	0.28	0.22	0.21	0.14	0.05
Tenaga kerja	0.04	0.07	0.03	0.05	0.08	0.09	0.10
Bahan baku	0.04	0.21	0.09	0.05	0.13	0.14	0.10
Pemasaran	0.06	0.14	0.19	0.11	0.17	0.14	0.07
Tata ruang	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.07	0.04
Modal	0.24	0.21	0.19	0.22	0.17	0.28	0.42
Infrastruktur	0.48	0.14	0.19	0.32	0.21	0.14	0.21
Jumlah	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Kriteria	Jumlah Normalisasi	Priority vector [1]	Hasil kali [2]	[2] / [1]
Kondisi lahan	1.22	0.175	1.34	7.69
Tenaga kerja	0.47	0.068	0.50	7.39
Bahan baku	0.76	0.109	0.80	7.32
Pemasaran	0.87	0.124	0.94	7.55
Tata ruang	0.27	0.039	0.29	7.40
Modal	1.71	0.245	1.90	7.76
Infrastruktur	1.68	0.241	1.97	8.17
Jumlah	7.00	1.00		

$$RI = \frac{1,98(n-2)}{n}$$

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

lambda = nilai rata-rata dari hasil kali / priority vector

CI = Consistency Index

RI = Random Consistency

CR = Consistency Ratio ;  $CR \leq 0,1$  inkonsisten diterima

n = jumlah kriteria

lambda	<b>7.61</b>
CI	<b>0.1020</b>
RI	<b>1.4143</b>
CR	<b>0.0721</b>

## **LAMPIRAN C**

### **SPESIFIKASI TEKNIS KAPAL**

# Forth Guardsman

General Information	Main Equipment
<b>Built:</b> Japan 1983	<b>Main Engines:</b> 2 Cummins VTA – 1710M diesels each 500 BHP; each propelling hydraulic retractable drives
<b>Length:</b> 50.0m	2 Cummins N-855 G diesels each driving Leroy Somer AZ2510M6 alternators; total output 250kW, 460v, 3 phase, 60Hz
<b>Length between perpendiculars:</b> 48.8m	2 x 0.9 tonne anchors
<b>Breadth moulded:</b> 14.6m	2 fuel oil cargo pumps, capacity 833.3 litres/min @ 50m head
<b>Depth moulded:</b> 3.1m	1 fresh water cargo pump capacity 833.3 litres/min @ 50m head
<b>Draft Min Operation:</b> 0.9m	1 Gorman Rupp fire and general service pump
<b>Draft Max Operation:</b> 2.1m	1 bilge pump
<b>Registered Tonnage Gross:</b> 722T <b>Net:</b> 412T	1 fresh water pump
<b>Fuel oil day tank:</b> 3.5m <sup>3</sup>	1 emergency bilge pump
<b>Fresh Water:</b> 480m <sup>3</sup>	1 five-person lifeboat
<b>Sludge Tank:</b> 20.0m <sup>3</sup>	2 life rafts capable of accommodating 12 people
<b>Fuel Oil Storage:</b> 1.0m <sup>3</sup>	Life buoys, Life jackets
<b>Water Ballast:</b> 72.9m <sup>3</sup>	Survival suits
<b>Deck Loading:</b> 8.0T/m <sup>2</sup>	<b>Accommodation:</b> 3 single berths, 2 double berths
<b>Dead Weight:</b> 772T	<b>Crew:</b> 6 persons
UK MCA Loadline Exemption Certificate	
<b>Pollution Recovery Capability:</b> Full certified as a tanker recovering vessel with a capacity of 750T for recovered oil.	
<b>Full Speed:</b> 8.5 knots @ 3.7 tonnes/day	

## **LAMPIRAN D**

### **KATALOG MESIN DAN TANGKI**

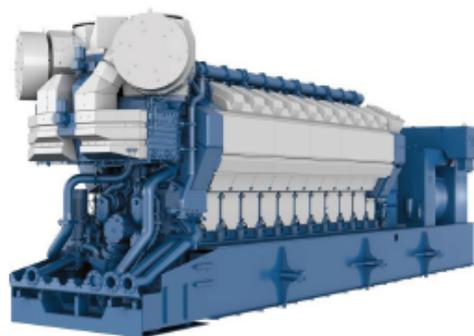
# Wärtsilä 34DF

## Engine generating set

PRODUCT LEAFLET

### TECHNICAL DATA

Cylinder configurations	9L, 16V, 20V
Cylinder bore	340 mm
Piston stroke	400 mm
Speed	750 rpm (50 Hz) 720 rpm (60 Hz)
Brake mean effective pressure	22 bar
Mean piston speed	10 m/s (50 Hz) 9.6 m/s (60 Hz)



### RATED ELECTRICAL POWER (kW)

Generating set type	50 Hz	60 Hz
9L34DF	4380	4190
16V34DF	7840	7510
20V34DF	9810	9400



## **LAMPIRAN E**

### **PERHITUNGAN FASILITAS PRODUKSI**

## PREPARATION SHOP

### STRAIGHTENING MACHINE

Kecepatan Mesin (T) :	20 menit/ton
	344 ton
Beban kerja per hari (P) :	8.60 ton/hari
Ukuran Pelat :	
	ton/lembar
Berat Baja Total :	688.0000 ton
Total Kebutuhan Pelat :	lembar
	lembar/hari
Waktu Pengerjaan :	150 hari (dalam setahun)
Jam Kerja Mesin (D) :	6 jam/hari
Efisiensi Mesin (E) :	0.800
Jumlah Mesin :	
	$N = \frac{T \times P}{60 \times D \times E}$
	= 0.597222222 mesin
	= 1 mesin
<b>Jumlah Pekerja yang dibutuhkan :</b>	
	<i>Operator:</i> 1 orang
	<i>Helper:</i> 1 orang

### SHOTBLASTING AND PRIMARING

Kecepatan Mesin (T) :	20 menit/ton
	0 ton
Beban kerja per hari (P) :	8.60 ton/hari
Ukuran Pelat :	
	ton/lembar
Berat Baja Total :	412.0000 ton
Total Kebutuhan Pelat :	lembar
	lembar/hari
Waktu Pengerjaan :	60 hari (dalam setahun)
Jam Kerja Mesin (D) :	6 jam/hari
Efisiensi Mesin (E) :	0.819
Jumlah Mesin :	
	$N = \frac{T \times P}{60 \times D \times E}$
	= 0.583050847 mesin
	= 1 mesin
<b>Jumlah Pekerja yang dibutuhkan :</b>	
	<i>Operator:</i> 1 orang
	<i>Helper:</i> 1 orang

## FABRICATION SHOP

### BENDING MACHINE

Kecepatan Mesin (T) :	25 menit/ton 0 ton
Beban kerja per hari (P) :	8.60 ton/hari
Ukuran Pelat :	ton/lembar
Berat Baja Total :	688.0000 ton
Total Kebutuhan Pelat :	lembar lembar/hari
Waktu Pengerjaan :	40 hari (dalam setahun)
Jam Kerja Mesin (D) :	6 jam/hari
Efisiensi Mesin (E) :	0.819
Jumlah Mesin :	$N = \frac{T \times P}{60 \times D \times E}$ = 0.728813559 mesin = 1 mesin
<b>Jumlah Pekerja yang dibutuhkan :</b>	
Operator:	1 orang
Helper:	1 orang

### ROLL MACHINE

Kecepatan Mesin (T) :	30 menit/ton 0 ton
Beban kerja per hari (P) :	8.60 ton/hari
Ukuran Pelat :	ton/lembar
Berat Baja Total :	688.0000 ton
Total Kebutuhan Pelat :	lembar lembar/hari
Waktu Pengerjaan :	40 hari (dalam setahun)
Jam Kerja Mesin (D) :	6 jam/hari
Efisiensi Mesin (E) :	0.819
Jumlah Mesin :	$N = \frac{T \times P}{60 \times D \times E}$ = 0.874576271 mesin = 1 mesin
<b>Jumlah Pekerja yang dibutuhkan :</b>	
Operator:	1 orang
Helper:	1 orang

### CNC CUTTING

Kecepatan Mesin (T) :	20 menit/ton
	0 ton
Beban kerja per hari (P) :	8.60 ton/hari
Ukuran Pelat :	
	ton/lembar
Berat Baja Total :	688.0000 ton
Total Kebutuhan Pelat :	lembar
	lembar/hari
Waktu Pengerjaan :	40 hari (dalam setahun)
Jam Kerja Mesin (D) :	6 jam/hari
Efisiensi Mesin (E) :	0.819
Jumlah Mesin :	
	$N = \frac{T \times P}{60 \times D \times E}$
	= 0.583050847 mesin
	= 1 mesin
<b>Jumlah Pekerja yang dibutuhkan :</b>	
<i>Operator:</i>	1 orang
<i>Helper:</i>	1 orang

### PIPE CUTTING

Kecepatan Mesin (T) :	30 menit/ton
	0 ton
Beban kerja per hari (P) :	8.60 ton/hari
Ukuran Pelat :	
	ton/lembar
Berat Baja Total :	688.0000 ton
Total Kebutuhan Pelat :	lembar
	lembar/hari
Waktu Pengerjaan :	40 hari (dalam setahun)
Jam Kerja Mesin (D) :	6 jam/hari
Efisiensi Mesin (E) :	0.819
Jumlah Mesin :	
	$N = \frac{T \times P}{60 \times D \times E}$
	= 0.874576271 mesin
	= 1 mesin
<b>Jumlah Pekerja yang dibutuhkan :</b>	
<i>Operator:</i>	1 orang
<i>Helper:</i>	1 orang

## SUB ASSEMBLY SHOP

### WELDING MACHINE

Kecepatan Mesin (T) :	60 menit/ton	
	0 ton	
Beban kerja per hari (P) :	8.60 ton/hari	
Ukuran Pelat :		
Duty Cycle :	0.6500	3.9 Jam
Berat Baja Total :	688.0000 ton	
Total Kebutuhan Pelat :	lembar	
	lembar/hari	
Waktu Pengerjaan :	80 hari (dalam setahun)	
Jam Kerja Mesin (D) :	3.9 jam/hari	
Efisiensi Mesin (E) :	0.600	
Jumlah Mesin :		
	$N = \frac{T \times P}{60 \times D \times E}$	
	= 3.675213675 mesin	
	= 4 mesin	
<b>Jumlah Pekerja yang dibutuhkan :</b>		
	<i>Operator:</i>	4 orang
	<i>Helper:</i>	4 orang

## PAINT SHOP

### AIRLESS SPRAY MACHINE

Kecepatan Mesin (T) :	60 menit/ton	
	0 ton	
Beban kerja per hari (P) :	8.60 ton/hari	
Ukuran Pelat :		
	ton/lembar	
Berat Baja Total :	0.0000 ton	
Total Kebutuhan Pelat :	lembar	
	lembar/hari	
Waktu Pengerjaan :	40 hari (dalam setahun)	
Jam Kerja Mesin (D) :	6 jam/hari	
Efisiensi Mesin (E) :	0.819	
Jumlah Mesin :		
	$N = \frac{T \times P}{60 \times D \times E}$	
	= 1.749152542 mesin	
	= 2 mesin	
<b>Jumlah Pekerja yang dibutuhkan :</b>		
	<i>Operator:</i>	2 orang
	<i>Helper:</i>	2 orang

### SANDBLASTING MACHINE

Kecepatan Mesin (T) :	60 menit/ton 0 ton
Beban kerja per hari (P) :	8.60 ton/hari
Ukuran Pelat :	
	ton/lembar
Berat Baja Total :	0.0000 ton
Total Kebutuhan Pelat :	lembar lembar/hari
Waktu Pengerjaan :	40 hari (dalam setahun)
Jam Kerja Mesin (D) :	6 jam/hari
Efisiensi Mesin (E) :	0.819
Jumlah Mesin :	$N = \frac{T \times P}{60 \times D \times E}$ $= 1.749152542 \text{ mesin}$ $= 2 \text{ mesin}$
<b>Jumlah Pekerja yang dibutuhkan :</b>	
<i>Operator:</i>	2 orang
<i>Helper:</i>	2 orang

### ASSEMBLY AREA

#### WELDING MACHINE

Kecepatan Mesin (T) :	60 menit/ton 0 ton
Beban kerja per hari (P) :	7.20 ton/hari
Ukuran Pelat :	
Duty Cycle :	0.6500      3.9 Jam
Berat Baja Total :	688.0000 ton
Total Kebutuhan Pelat :	lembar lembar/hari
Waktu Pengerjaan :	110 hari (dalam setahun)
Jam Kerja Mesin (D) :	3.9 jam/hari
Efisiensi Mesin (E) :	0.600
Jumlah Mesin :	$N = \frac{T \times P}{60 \times D \times E}$ $= 3.076923077 \text{ mesin}$ $= 4 \text{ mesin}$
<b>Jumlah Pekerja yang dibutuhkan :</b>	
<i>Operator:</i>	4 orang
<i>Helper:</i>	4 orang

## ERECTION AREA

### WELDING MACHINE

Kecepatan Mesin (T) :	60 menit/ton	
	0 ton	
Beban kerja per hari (P) :	7.60 ton/hari	
Ukuran Pelat :		
Duty Cycle :	0.6500	3.9 Jam
Berat Baja Total : m2	ton	
Total Kebutuhan Pelat :	lembar	
	lembar/hari	
Waktu Pengerjaan :	110 hari (dalam setahun)	
Jam Kerja Mesin (D) :	3.9 jam/hari	
Efisiensi Mesin (E) :	0.600	
Jumlah Mesin :		
	$N = \frac{T \times P}{60 \times D \times E}$	
	= 3.247863248 mesin	
	= 4 mesin	
<b>Jumlah Pekerja yang dibutuhkan :</b>		
	<i>Operator:</i>	4 orang
	<i>Helper:</i>	4 orang

Item	Brand	Type	Spesification
Forklift 2 Ton	JJCC	Powered Pallet Truck	Gasoline Fuel
			Fork Width 150 mm
			Max lift height 6000 mm
Overhead Crane 2 Ton	HY	2 Ton Single Beam OC	Span 31.5
			Max Lift Height 30 m
Rak	Lijin	HD-877 Selective Pallet Rack	5000Kg per layer 3 Layer
Straightening Machine	Kingjime	KJWH 12*2500	Dim 9000 x 4700 x 9000
			Speed 8m/min
			Max Thickness 12 mm
Shot Blasting and Primaring	Pu Hua	Q69	Dim 15300 x 4500 x 5000
			Speed 0.5-2m/min
			Max Thickness 60 mm
Overhead Crane 2 Ton	HY	2 Ton Single Beam OC	Span 31.5
			Max Lift Height 30 m
			Travelling Speed 15m/min
Welding Machine	WIM	Weico 500 A	SMAW 500A
			Dim 770 x 250 x 650
			Duty Cycle 70%
Pipe Cutting Machine	Wuhan Lansun	ZLQ 65	Dim 8000 x 3000 x 4500
			Max Thickness 20 mm
			Work Piece Length 6000 mm
			Cutting Speed 500 mm/min

CNC Cutting Machine	Lansun	ZLQ 10A	Dim 8000 x 4000 x 2500
			Cutting Speed 1000 mm/min
			Max Thickness 35 mm
			Cutting Length 12.5 m
			Voltage 380V
Roll Machine	Zhongwei	W11S	Dim 6200 x 3500 x 4760
			Max Thickness 150 mm
			Max Width 2000 mm
			Speed 5m/min
Bending Machine	LIWEI	W12-20x2500	Dim 6000 x 4000 x 3000
			Max Thickness 20 mm
			Max Width 2500 mm
			Speed 2 ton/min
Overhead Crane 2 Ton	HY	2 Ton Single Beam OC	Max Lifting Height 30 m
			Span Length 31.5 m
			Travelling Speed 15m/min
Forklift	JJCC	Powered Pallet Truck	Gasoline Fuel
			Fork Width 150 mm
			Max lift height 6000 mm
Welding Machine	WIM	Weico 500 A	SMAW 500A
			Dim 770 x 250 x 650
			Duty Cycle 70%
Mobile Crane 20 Ton			Dim 11200 x 2400 x 3200
			Span Length 4300 mm
			Travel Speed 10 km/h
			Max Lifting Height 24 m
Airless Spray Machine	Scentury	ST500TX	Flow Rate 5 L/min
			Max Working Pressure 220 Bar
			Spray Tip 0.21 mm
			Voltage 220V
Blasting Machine	Antai		Dim 1120 x 900 x 1890
			Pot Volume 150 L
			Max Pressure 0.6 Mpa
Overhead Crane 80 Ton	Dima Crane		Capacity 80 ton
			Max Lifting Height 18 m
			Span Length 31.5
			SWL 90%
Welding Machine	WIM	Weico 500 A	SMAW 500A
			Dim 770 x 250 x 650
			Duty Cycle 70%
Ship Block Transporter	Kamag	1404 S	Dim 13500 x 5500
			4 Axles
			Load per Axle 32 Ton
			Speed 5 km/h
Mobile Crane 50 Ton	CMSV		Capacity 50 Ton
			Max Lift Height 52 m
			Span Length 15.25 m
			SWL 85%

## **LAMPIRAN F**

### **ANALISA EKONOMIS**

## Nilai Investasi Tanah dan Bangunan

No	Item	Ukuran			Harga Satuan	Harga Total
		Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m2)	RP/UNIT	RP
1	Pembelian Lahan	250	175	43,750	800,000.00	35,000,000,000.00
<b>Total</b>						<b>35,000,000,000.00</b>
No	Item	Ukuran			Harga Satuan	Harga Total
		Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m2)	RP/UNIT	RP
1	Pengurugan Lahan	250	95	23,750	120,000.00	2,850,000,000.00
2	Pengerukan Lahan	120	80		80,000.00	768,000,000.00
		120	60		80,000.00	1,728,000,000.00
3	Pemadatan Lahan	250	175	43,750	200,000.00	8,750,000,000.00
<b>Total</b>						<b>14,096,000,000.00</b>
No	Item	Ukuran			Harga Satuan	Harga Total
		Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m2)	RP/UNIT	RP
1	Kantor (Lantai 1)	20	40	800	3,000,000.00	2,400,000,000.00
2	Kantor (Lantai 2)	20	40	800	3,000,000.00	2,400,000,000.00
3	Kantor Sub Kon	30	10	300	1,500,000.00	450,000,000.00
4	Warehouse	30	30	900	3,000,000.00	2,700,000,000.00
5	Bengkel Persiapan	30	30	900	3,000,000.00	2,700,000,000.00
6	Bengkel Fabrikasi	30	30	900	3,000,000.00	2,700,000,000.00
7	Bengkel Sub Assembly	40	40	1,600	3,000,000.00	4,800,000,000.00
8	Assembly Area	50	50	2,500	3,000,000.00	7,500,000,000.00
9	Erection Area	150	85	12,750	500,000.00	6,375,000,000.00
10	Electric Shop	30	20	600	3,000,000.00	1,800,000,000.00
11	Paint Shop	25	20	500	3,000,000.00	1,500,000,000.00
12	Kantin	15	15	225	2,000,000.00	450,000,000.00
13	Mushola	15	15	225	2,000,000.00	450,000,000.00
14	Pos Keamanan	4	4	16	2,000,000.00	32,000,000.00
15	Area parkir	40	20	800	500,000.00	400,000,000.00
16	Ruang Kelistrikan	30	10	300	1,500,000.00	450,000,000.00
17	Pagar	650			1,000,000.00	650,000,000.00
<b>Total</b>						<b>37,757,000,000.00</b>

## Nilai Investasi Peralatan

No	Item	Jumlah	Unit Price		Total Price
			USD	RP	
			13,555.00	1	RP
<b>Gudang</b>					
1	Forklift	1	8,000.00	108,440,000.00	108,440,000
2	Overhead Crane	1	9,000.00	121,995,000.00	121,995,000
3	Rak	3	150.00	2,033,250.00	6,099,750
<b>Preparation Shop</b>					
1	Straightening Machine	1	12,000.00	162,660,000.00	162,660,000
2	Shot Blasting Machine	1	10,000.00	135,550,000.00	135,550,000
3	Overhead Crane	1	9,000.00	121,995,000.00	121,995,000
<b>Fabrication Shop</b>					
1	Pipe Cutting Machine	1	10,000.00	135,550,000.00	135,550,000
2	Roll Machine	1	12,000.00	162,660,000.00	162,660,000
3	Bending Machine	1	12,000.00	162,660,000.00	162,660,000
4	CNC Cutting	1	22,000.00	298,210,000.00	298,210,000
5	Overhead Crane	1	9,000.00	121,995,000.00	121,995,000
6	Forklift	1	8,000.00	108,440,000.00	108,440,000
<b>Sub Assembly Area</b>					
1	Welding Machine	4	1,500.00	20,332,500.00	81,330,000
2	Mobile Crane	1	100,000.00	1,355,500,000.00	1,355,500,000
<b>Assembly Area</b>					
1	Welding Machine	4	1,500.00	20,332,500.00	81,330,000
2	Mobile Crane	1	150,000.00	2,033,250,000.00	2,033,250,000
<b>Electricity Shop</b>					
1	Overhead Crane	1	450,000.00	6,099,750,000.00	6,099,750,000
2	Automation Tool	1	100,000.00	1,355,500,000.00	1,355,500,000
3	Electric Appliances	1	400.00	5,422,000.00	5,422,000
<b>Paint Shop</b>					
1	Airless Spray	2	1,500.00	20,332,500.00	40,665,000
2	Blasting Machine	2	2,000.00	27,110,000.00	54,220,000
<b>Erection Area</b>					
1	Welding Machine	4	1,500.00	20,332,500.00	81,330,000
2	Mobile Crane	2	150,000.00	2,033,250,000.00	4,066,500,000
3	Blok Transporter	1	200,000.00	2,711,000,000.00	2,711,000,000
<b>Electricity Room</b>					
1	Genset	2	5,000.00	67,775,000.00	135,550,000
2	Electrical Appliances	1	400.00	5,422,000.00	5,422,000
			<b>Total</b>		<b>19,612,051,750</b>

## Nilai Investasi Persiapan dan Instalasi

No	Item	Jumlah	Unit	Harga Satuan (Rp)	Total
1	Generator Listrik 100 kva	2	unit	100,000,000.00	200,000,000.00
2	Office Supply	1	set	250,000,000.00	250,000,000.00
3	Instalasi Air Bersih	1	set	50,000,000.00	50,000,000.00
4	Instalasi Kelistrikan	1	set	50,000,000.00	50,000,000.00
5	Telekomunikasi	1	set	20,000,000.00	20,000,000.00
6	IPAL	1	set	45,000,000.00	45,000,000.00
<b>Total</b>					<b>615,000,000.00</b>

## Nilai Total Investasi

Item	Nilai
Biaya Tanah	49,096,000,000.00
Biaya Bangunan	37,757,000,000.00
Fasilitas dan Peralatan	19,612,051,750.00
Instalasi	615,000,000.00
<b>Total Investasi</b>	<b>107,080,051,750.00</b>



TOTAL INVESTASI : Rp 118,637.55 (dalam juta)

**PINJAMAN MODAL**

No.	SUMBER PINJAMAN	PROPORSI	TOTAL PINJAMAN (dalam juta rupiah)
1	Modal Sendiri	40%	47,455
2	BANK	60%	71,183
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>	<b>118,638</b>

### Biaya Tenaga Kerja Tidak Langsung

Catatan : gaji pekerja naik setiap 5 tahun sekali					
No	Deskripsi	Jumlah	Gaji per Orang	Kenaikan Gaji	Total Gaji
1	Direktur	1	8,500,000.0	10%	8,500,000.0
2	Sekretaris Direktur	1	4,000,000.0	10%	4,000,000.0
3	Manajer	1	6,500,000.0	10%	6,500,000.0
4	Kepala Divisi Pemasaran	1	5,000,000.0	10%	5,000,000.0
5	Staff Divisi Pemasaran	4	3,500,000.0	10%	14,000,000.0
6	Kepala Divisi Desain dan Engineering	1	5,000,000.0	10%	5,000,000.0
7	Staff Divisi Desain dan Engineering	8	3,500,000.0	10%	28,000,000.0
8	Kepala Divisi Produksi	1	5,000,000.0	10%	5,000,000.0
9	Staff Divisi Produksi	8	3,500,000.0	10%	28,000,000.0
10	Kepala Divisi Administrasi	1	5,000,000.0	10%	5,000,000.0
11	Staff Divisi Administrasi	4	3,500,000.0	10%	14,000,000.0
12	Kepala Divisi Pengadaan dan Gudang	1	5,000,000.0	10%	5,000,000.0
13	Staff Divisi Pengadaan dan Gudang	4	3,500,000.0	10%	14,000,000.0
14	Kepala Divisi HRD	1	5,000,000.0	10%	5,000,000.0
15	Staff Divisi HRD	4	3,500,000.0	10%	14,000,000.0
16	Kepala Divisi K3	1	5,000,000.0	10%	5,000,000.0
17	Staff Divisi K3	4	3,500,000.0	10%	14,000,000.0
18	Kepala Gudang	1	4,500,000.0	10%	4,500,000.0
19	Kepala Bengkel	7	4,500,000.0	10%	31,500,000.0
20	Security	4	2,000,000.0	10%	8,000,000.0
21	Office Boy	2	2,000,000.0	10%	4,000,000.0
<b>Total</b>		<b>60</b>	<b>Rp 91,500,000.00</b>		<b>228,000,000.0</b>

## Biaya Tenaga Kerja Langsung

Catatan : gaji pekerja naik setiap 5 tahun sekali					
No	Deskripsi	Unit	Gaji/Bulan	Total Gaji	Gaji/Tahun
1	Engineer	4	6,000,000.0	24,000,000.0	288,000,000.0
2	Superintendent	4	5,000,000.0	20,000,000.0	240,000,000.0
3	QA/QC	4	5,000,000.0	20,000,000.0	240,000,000.0
6	Foreman	8	4,000,000.0	32,000,000.0	384,000,000.0
7	Welder	12	200,000.0	2,400,000.0	60,200,000.0
8	Helper	12	175,000.0	2,100,000.0	60,200,000.0
9	Fitter	12	175,000.0	2,100,000.0	60,200,000.0
10	Crane Operator	10	3,000,000.0	30,000,000.0	360,000,000.0
11	Rigger	10	3,000,000.0	30,000,000.0	360,000,000.0
12	Machine Operator	18	3,000,000.0	54,000,000.0	648,000,000.0
<b>Total</b>		<b>94</b>	<b>Rp 29,550,000.00</b>	<b>216,600,000.0</b>	<b>2,700,600,000.0</b>
Untuk Welder, Helper, Fitter gaji per ton					
Data gaji didapatkan dari Perusahaan Subkon PT. BSJ					

## Harga Produksi Kapal

Item	Unit	USD	Rp		Total
			Kurs	13555	
<b>Komponen Kapal</b>					
Hull	344 Ton	813	11,020,215.00		3,790,953,960.00
Ship Piping System	41.2 Ton	925	12,538,375.00		516,581,050.00
LNG Tank	44.8 Ton	1000	13,555,000.00		607,264,000.00
Wartisila Engine Set	2 Ton	325,000.00	4,405,375,000.00		8,810,750,000.00
Power Plant Control Room	1 Ton	500,000.00	6,777,500,000.00		6,777,500,000.00
Power Plant Piping System	1 Ton	80,000.00	1,084,400,000.00		1,084,400,000.00
Vaporizer	2 Ton	12,000.00	162,660,000.00		325,320,000.00
Low Pressure Pump	1 Ton	3,000.00	40,665,000.00		40,665,000.00
Fuel Oil Pump	1 Ton	3,000.00	40,665,000.00		40,665,000.00
Alternator	1 Ton	15,000.00	203,325,000.00		203,325,000.00
Gas Combustion Unit	1 Ton	10,000.00	135,550,000.00		135,550,000.00
Economizer	2 Ton	36,000.00	487,980,000.00		975,960,000.00
BOG Compressor	1 Ton	15,000.00	203,325,000.00		203,325,000.00
Air Compressor	1 Ton	12,000.00	162,660,000.00		162,660,000.00
Cooling System	4 Ton	16,000.00	216,880,000.00		867,520,000.00
Regasification Unit	1 Ton	350,000.00	4,744,250,000.00		4,744,250,000.00
Other	1 Ton	100,000.00	1,355,500,000.00		1,355,500,000.00
<b>Biaya Tenaga Kerja</b>					
Tenaga Kerja Langsung					2,700,600,000.00
Tenaga Kerja Tak Langsung					2,736,000,000.00
Overhead	10%				3,607,878,901.00
<b>HPP</b>					<b>39,686,667,911.00</b>
<b>Harga Jual</b>					<b>45,639,668,097.65</b>

## Biaya Operasional

No	Deskripsi	Jumlah Produk (Unit)	Biaya (juta rupiah)	Kenaikan Harga/Tahun	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>PERHITUNGAN BIAYA OPERASIONAL</b>														
<b>BIAYA POKOK PRODUKSI</b>														
				5%										
1	Bahan Baku Material	2			53,530.92	56,207.5	59,017.8	61,968.7	65,067.2	68,320.5	71,736.5	75,323.4	79,089.5	83,044.0
2	Tenaga Kerja Langsung	2			5,401.2	5,401.2	5,401.2	5,401.2	5,401.2	5,671.3	5,671.3	5,671.3	5,671.3	5,671.3
3	Biaya Overhead				7,080.2	6,160.9	6,441.9	6,737.0	7,046.8	7,399.2	7,740.8	8,099.5	8,476.1	8,871.5
<b>TOTAL BIAYA MATERIAL</b>					<b>66,012.3</b>	<b>67,769.5</b>	<b>70,860.9</b>	<b>74,106.9</b>	<b>77,515.2</b>	<b>81,391.0</b>	<b>85,148.6</b>	<b>89,084.1</b>	<b>93,236.9</b>	<b>97,586.8</b>
<b>BIAYA PERAWATAN</b>														
				5%										
	Biaya Pemeliharaan Fasilitas Dock													
	1. Pemeliharaan Building Berth	20			20.0	21.0	22.1	23.2	24.3	25.5	26.8	28.1	29.5	31.0
	2. Pemeliharaan Bangunan Gudang dan Bengkel	20			20.0	21.0	22.1	23.2	24.3	25.5	26.8	28.1	29.5	31.0
	3. Pemeliharaan Peralatan dan Mesin	20			20.0	21.0	22.1	23.2	24.3	25.5	26.8	28.1	29.5	31.0
	Biaya Lain-Lain :													
	1. Biaya Promosi	25			25.0	26.3	27.6	28.9	30.4	31.9	33.5	35.2	36.9	38.8
	2. Biaya Pendidikan dan Pelatihan	10			10.0	10.5	11.0	11.6	12.2	12.8	13.4	14.1	14.8	15.5
	3. Biaya Perawatan Kesehatan	20			20.0	21.0	22.1	23.2	24.3	25.5	26.8	28.1	29.5	31.0
	Biaya Administrasi	5			5.0	5.3	5.5	5.8	6.1	6.4	6.7	7.0	7.4	7.8
<b>TOTAL BIAYA PERAWATAN</b>					<b>120.0</b>	<b>126.0</b>	<b>132.3</b>	<b>138.9</b>	<b>145.9</b>	<b>153.2</b>	<b>160.8</b>	<b>168.9</b>	<b>177.3</b>	<b>186.2</b>
<b>BIAYA TIDAK LANGSUNG</b>														
<b>TOTAL BIAYA TIDAK LANGSUNG</b>					<b>2,736.00</b>	<b>2,736.00</b>	<b>2,736.00</b>	<b>2,736.00</b>	<b>2,736.00</b>	<b>2,992.80</b>	<b>2,992.80</b>	<b>2,992.80</b>	<b>2,992.80</b>	<b>2,992.80</b>

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
83,044.0	87,196.2	91,556.0	96,133.8	100,940.5	105,987.6	111,286.9	116,851.3	122,693.8	128,828.5	135,270.0
5,671.3	5,671.3	5,954.8	5,954.8	5,954.8	5,954.8	6,252.6	6,252.6	6,252.6	6,252.6	6,252.6
8,871.5	9,286.7	9,751.1	10,208.9	10,689.5	11,194.2	11,753.9	12,310.4	12,894.6	13,508.1	14,152.3
97,586.8	102,154.2	107,261.9	112,297.5	117,584.9	123,136.6	129,293.4	135,414.2	141,841.0	148,589.2	155,674.8
31.0	32.6	34.2	35.9	37.7	39.6	41.6	43.7	45.8	48.1	50.5
31.0	32.6	34.2	35.9	37.7	39.6	41.6	43.7	45.8	48.1	50.5
31.0	32.6	34.2	35.9	37.7	39.6	41.6	43.7	45.8	48.1	50.5
38.8	40.7	42.8	44.9	47.1	49.5	52.0	54.6	57.3	60.2	63.2
15.5	16.3	17.1	18.0	18.9	19.8	20.8	21.8	22.9	24.1	25.3
31.0	32.6	34.2	35.9	37.7	39.6	41.6	43.7	45.8	48.1	50.5
7.8	8.1	8.6	9.0	9.4	9.9	10.4	10.9	11.5	12.0	12.6
186.2	195.5	205.2	215.5	226.3	237.6	249.5	261.9	275.0	288.8	303.2
2,992.80	3,275.28	3,275.28	3,275.28	3,275.28	3,275.28	3,586.01	3,586.01	3,586.01	3,586.01	3,927.81

## Cash Flow

Description	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Investasi</b>										
<b>Total</b>	<b>107,080.05</b>									
<b>Uang Masuk</b>										
Pendapatan										
- Kapal Pembangkit Listrik		91,279.34	95,843.30	100,635.47	105,667.24	110,950.60	116,498.13	122,323.04	128,439.19	134,861.15
<b>EBITDA (Earning Before Interest, Tax, Depreciation and Amortation)</b>		<b>91,279.34</b>	<b>95,843.30</b>	<b>100,635.47</b>	<b>105,667.24</b>	<b>110,950.60</b>	<b>116,498.13</b>	<b>122,323.04</b>	<b>128,439.19</b>	<b>134,861.15</b>
<b>Dana Keluar</b>										
1. Biaya Pokok Produksi		(69,455.30)	(71,589.60)	(74,872.01)	(78,318.55)	(81,937.41)	(86,034.28)	(90,024.08)	(94,213.36)	(98,612.11)
2. Biaya Perawatan		(120.00)	(126.00)	(132.30)	(138.92)	(145.86)	(153.15)	(160.81)	(168.85)	(177.29)
3. Biaya Tidak Langsung		(2,736.00)	(2,736.00)	(2,736.00)	(2,736.00)	(2,736.00)	(2,992.80)	(2,992.80)	(2,992.80)	(2,992.80)
<b>Uang Keluar Berdasarkan Aktivitas Investasi</b>										
Nilai Reinvestment		(4,644.39)	(4,644.39)	(4,644.39)	(4,644.39)	(4,644.39)	(4,644.39)	(4,644.39)	(4,644.39)	(4,644.39)
<b>Uang Keluar Berdasarkan Aktivitas Keuangan</b>										
1. Pembayaran Angsuran Pinjaman		(1,867.38)	(2,072.80)	(2,300.80)	(2,553.89)	(2,834.82)	(3,146.65)	(3,492.78)	(3,876.99)	(4,303.46)
2. Pembayaran Angsuran Bunga Pinjaman		(7,067.28)	(6,861.87)	(6,633.86)	(6,380.78)	(6,099.85)	(5,788.02)	(5,441.88)	(5,057.68)	(4,631.21)
<b>Total</b>		<b>(85,890.36)</b>	<b>(88,030.66)</b>	<b>(91,319.38)</b>	<b>(94,772.53)</b>	<b>(98,398.33)</b>	<b>(102,759.30)</b>	<b>(106,756.75)</b>	<b>(110,954.07)</b>	<b>(115,361.27)</b>
<b>EBT (Earning Before Tax)</b>		<b>5,388.98</b>	<b>7,812.64</b>	<b>9,316.09</b>	<b>10,894.72</b>	<b>12,552.27</b>	<b>13,738.84</b>	<b>15,566.29</b>	<b>17,485.12</b>	<b>19,499.89</b>
Pajak	0.21	(1,131.69)	(1,640.65)	(1,956.38)	(2,287.89)	(2,635.98)	(2,885.16)	(3,268.92)	(3,671.87)	(4,094.98)
<b>EAT (Earning After Tax)</b>		<b>4,257.29</b>	<b>6,171.99</b>	<b>7,359.71</b>	<b>8,606.83</b>	<b>9,916.29</b>	<b>10,853.68</b>	<b>12,297.37</b>	<b>13,813.24</b>	<b>15,404.91</b>
<b>Akumulasi Pendapatan Bersih</b>		<b>4,257.29</b>	<b>10,429.28</b>	<b>17,788.99</b>	<b>26,395.82</b>	<b>36,312.11</b>	<b>47,165.79</b>	<b>59,463.16</b>	<b>73,276.40</b>	<b>88,681.32</b>

years to year

2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
134,861.15	141,604.21	148,684.42	156,118.64	163,924.57	172,120.80	180,726.84	189,763.18	199,251.34	209,213.91	219,674.61	230,658.34
<b>134,861.15</b>	<b>141,604.21</b>	<b>148,684.42</b>	<b>156,118.64</b>	<b>163,924.57</b>	<b>172,120.80</b>	<b>180,726.84</b>	<b>189,763.18</b>	<b>199,251.34</b>	<b>209,213.91</b>	<b>219,674.61</b>	<b>230,658.34</b>
(98,612.11)	(103,230.80)	(108,080.42)	(113,484.44)	(118,831.14)	(124,445.18)	(130,339.93)	(136,856.93)	(143,355.88)	(150,179.78)	(157,344.88)	(164,868.23)
(177.29)	(186.16)	(195.47)	(205.24)	(215.50)	(226.28)	(237.59)	(249.47)	(261.94)	(275.04)	(288.79)	(303.23)
(2,992.80)	(2,992.80)	(3,275.28)	(3,275.28)	(3,275.28)	(3,275.28)	(3,275.28)	(3,586.01)	(3,586.01)	(3,586.01)	(3,586.01)	(3,927.81)
(4,644.39)	(4,644.39)	(4,803.74)	(4,803.74)	(4,803.74)	(4,803.74)	(4,803.74)	(4,803.74)	(4,803.74)	(4,803.74)	(4,803.74)	(4,803.74)
(4,303.46)	(4,776.84)	(5,302.29)	(5,885.54)	(6,532.95)	(7,251.58)	(8,049.25)	-	-			
(4,631.21)	(4,157.83)	(3,632.38)	(3,632.38)	(2,401.72)	(1,683.09)	(885.42)	-	-			
<b>(115,361.27)</b>	<b>(119,988.82)</b>	<b>(125,289.57)</b>	<b>(131,286.61)</b>	<b>(136,060.33)</b>	<b>(141,685.15)</b>	<b>(147,591.20)</b>	<b>(145,496.14)</b>	<b>(152,007.57)</b>	<b>(158,844.57)</b>	<b>(166,023.42)</b>	<b>(173,903.01)</b>
<b>19,499.89</b>	<b>21,615.39</b>	<b>23,394.85</b>	<b>24,832.03</b>	<b>27,864.24</b>	<b>30,435.66</b>	<b>33,135.64</b>	<b>44,267.04</b>	<b>47,243.77</b>	<b>50,369.34</b>	<b>53,651.19</b>	<b>56,755.32</b>
(4,094.98)	(4,539.23)	(4,912.92)	(5,214.73)	(5,851.49)	(6,391.49)	(6,958.48)	(9,296.08)	(9,921.19)	(10,577.56)	(11,266.75)	(11,918.62)
<b>15,404.91</b>	<b>17,076.16</b>	<b>18,481.93</b>	<b>19,617.30</b>	<b>22,012.75</b>	<b>24,044.17</b>	<b>26,177.15</b>	<b>34,970.96</b>	<b>37,322.58</b>	<b>39,791.78</b>	<b>42,384.44</b>	<b>44,836.71</b>
<b>88,681.32</b>	<b>105,757.48</b>	<b>124,239.41</b>	<b>143,856.71</b>	<b>165,869.47</b>	<b>189,913.63</b>	<b>216,090.79</b>	<b>251,061.75</b>	<b>288,384.33</b>	<b>328,176.11</b>	<b>370,560.55</b>	<b>415,397.26</b>

## BIODATA PENULIS



Feisal Reynaldi dilahirkan di Tasikmalaya 6 Februari 1995. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Menempuh pendidikan formal di SDN Nagarawangi 1, SMPN 2 Tasikmalaya, SMAN 2 Tasikmalaya hingga melanjutkan ke perguruan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis diterima di Jurusan Teknik Perkapalan FTK-ITS tahun 2013 melalui jalur SBMPTN.

Di Departemen Teknik Perkapalan, penulis mengambil bidang studi industri perkapalan. Selama masa studi di ITS, penulis aktif di bidang *Hydromodelling* HIMATEKPAL FTK ITS dan menjadi anggota Pemandu Samudera FTK ITS. Penulis juga pernah menjadi panitia acara National Ship Design and Race Competition (NASDARC) SAMPAN 8 dan SAMPAN 9 serta pernah mengikuti beberapa kegiatan *hydromodelling* yaitu Deconbotion UNDIP 2015 dan 2016 dan Yanagawa Solar Boat Festival, Jepang tahun 2015 dan 2016.

reynaldifeisal@yahoo.co.id