



TUGAS AKHIR - MS 141501

**ANALISIS PENGGUNAAN *SHORE SIDE POWER SUPPLY*
UNTUK *GREEN PORT* : STUDI KASUS PT TERMINAL
TELUK LAMONG**

Yosda Yoga Alfa Kananta

NRP 04411340000009

Dosen Pembimbing

Ir. Murdjito, M.Sc. Eng.

Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2018



TUGAS AKHIR - MS 141501

**ANALISIS PENGGUNAAN *SHORE SIDE POWER SUPPLY*
UNTUK *GREEN PORT* : STUDI KASUS PT TERMINAL
TELUK LAMONG**

**Yosda Yoga Alfa Kananta
NRP 0441134000009**

**Dosen Pembimbing
Ir. Murdjito, M.Sc. Eng.
Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



FINAL PROJECT - MS 141501

**ANALYSIS OF THE USE OF SHORE SIDE POWER
SUPPLY FOR GREEN PORT : A CASE STUDY IN PT
TERMINAL TELUK LAMONG**

Yosda Yoga Alfa Kananta

NRP 04411340000009

Supervisors

Ir. Murdjito, M.Sc. Eng.

Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY

SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

SURABAYA

2018

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGGUNAAN *SHORE SIDE POWER SUPPLY* UNTUK *GREEN PORT* : STUDI KASUS PT TERMINAL TELUK LAMONG

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

YOSDA YOGA ALFA KANANTA
NRP. 0441134000009

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing I



Ir. Murdjito, M.Sc. Eng.
NIP. 19650123 199603 1 001



Dosen Pembimbing II



Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.
NIP. -

SURABAYA, JULI 2018

LEMBAR REVISI

ANALISIS PENGGUNAAN *SHORE SIDE POWER SUPPLY* UNTUK *GREEN PORT* : STUDI KASUS PT TERMINAL TELUK LAMONG

TUGAS AKHIR

Telah Direvisi Sesuai Hasil Sidang Ujian Tugas Akhir

Tanggal 17 Juli 2018

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

YOSDA YOGA ALFA KANANTA

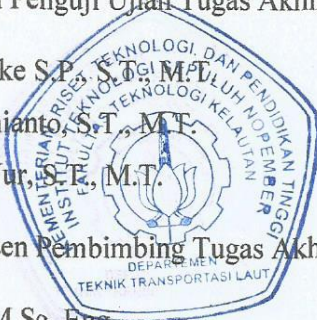
N.R.P 0441134000009

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir

1. Christino Boyke S.P., S.T., M.T.
2. Irwan Tri Yudianto S.T., M.T.
3. Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

1. Ir. Murdjito, M.Sc. Eng.
2. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.



Handwritten signatures of the examiners and supervisors, each followed by a dotted line for a name or title.

SURABAYA, JULI 2018

ANALISIS PENGGUNAAN *SHORE SIDE POWER SUPPLY* UNTUK *GREEN PORT* : STUDI KASUS PT TERMINAL TELUK LAMONG

Nama Mahasiswa : Yosda Yoga Alfa Kananta

NRP : 04411340000009

Departemen / Fakultas : Teknik Transportasi Laut / Teknologi Kelautan

Dosen Pembimbing : Ir. Murdjito, M.Sc. Eng.

Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

ABSTRAK

PT Terminal Teluk Lamong merupakan pelabuhan pertama dan satu - satunya di Indonesia yang menerapkan konsep *Green Port*. Dalam rangka mengurangi polusi, diperlukan sebuah strategi untuk mengganti penggunaan mesin bantu selama bersandar dengan pasokan listrik dari darat yang bernama *Shore Side Power Supply*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah penggunaan sistem *Shore Side Power Supply* dapat memberikan manfaat bagi pihak pelabuhan maupun pemilik kapal. Kebutuhan konektor sebanyak 6 unit dengan kapasitas masing - masing 175 KVA, 600 KVA, 720 KVA, 1,25 MVA, 3,2 MVA, dan 5 MVA. Penggunaan *Shore Side Power Supply* dapat menghemat biaya operasional mesin bantu kapal kontainer dan *general cargo* saat bersandar sebanyak 27,5 % atau Rp 288 juta. Penelitian ini menggunakan metode *Cost Benefit Analysis*. Dengan metode *Cost Benefit Analysis*, maka diperoleh BCR (*Benefit Cost Ratio*) pada pihak pelabuhan sebesar 1,22. Sedangkan BCR untuk kapal kontainer berukuran $1.000 \leq DWT \leq 2.000$ adalah 0,15; ukuran $2.001 \leq DWT \leq 5.000$ adalah 0,95; ukuran $5.001 \leq DWT \leq 10.000$ adalah 1,26; ukuran $10.001 \leq DWT \leq 20.000$ adalah 1,36; ukuran $20.001 \leq DWT \leq 40.000$ adalah 1,41; dan ukuran $40.001 \leq DWT \leq 65.000$ adalah 1,44. Sedangkan BCR untuk kapal *general cargo* berukuran $1.000 \leq DWT \leq 2.000$ adalah 0,99; ukuran $2.001 \leq DWT \leq 5.000$ adalah 1,08; ukuran $5.001 \leq DWT \leq 10.000$ adalah 1,14; dan ukuran $10.001 \leq DWT \leq 20.000$ adalah 1,34.

Kata kunci : *Green Port*, *Shore Side Power Supply*, *Cost Benefit Analysis*, kapal kontainer, kapal *general cargo*.

ANALYSIS OF THE USE OF SHORE SIDE POWER SUPPLY FOR GREEN PORT : A CASE STUDY IN PT TERMINAL TELUK LAMONG

Author : Yosda Yoga Alfa Kananta
ID Number : 04411340000009
Department / Faculty :

ABSTRACT

PT Terminal Teluk Lamongan is the initiator and the only one harbor which operates Green Port system. It has the idea of decreasing auxiliary engine exhaust pollution. Therefore, a strategy needs to be conducted so that it can substitute the function of mesin bantu during the process of getting electrical energy from land in breathing bay. This research aims to figure out whether or not the use of *Shore Side Power Supply* system gives any profits or advantages to both harbor's workers and ship's owners. Number of connectors installed as many as 6 units with specifications 175 KVA, 600 KVA, 720 KVA, 1,25 MVA, 3,2 MVA, and 5 MVA. The use of *Shore Side Power Supply* can save operational cost of container ship's and general cargo ship's auxiliary engine during berthing as much as 27,5 % or Rp 288 million. This research uses *Cost Benefit Analysis* method. In order to do so, *Cost Benefit Analysis* is chosen to clarify the problem. As a result, 1,22 comes out as the number of BCR for harbor system, meanwhile the number of BCR (Benefit Cost Ratio) for $1.000 \leq DWT \leq 2.000$ sized container ship is 0,15; $2.001 \leq DWT \leq 5.000$ sized container ship is 0,95; $5.001 \leq DWT \leq 10.000$ sized container ship is 1,26; $10.001 \leq DWT \leq 20.000$ sized container ship is 1,36; $20.001 \leq DWT \leq 40.000$ sized container ship is 1,41; and $40.001 \leq DWT \leq 65.000$ sized container ship is 1,44. In contrast, the number of BCR for $1.000 \leq DWT \leq 2.000$ sized general cargo ship is 0,99; $2.001 < DWT < 5.000$ sized general cargo ship is 1,08; $5.001 < DWT \leq 10.000$ sized general cargo ship is 1,14; and $10.001 \leq DWT \leq 20.000$ sized general cargo ship is 1,34.

Keywords: *Green Port, Shore Side Power Supply, Cost Benefit Analysis*, container ship, general cargo ship.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan penyertaannya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Penggunaan Shore Side Power Supply Untuk Green Port**” dengan baik. Tugas Akhir ini dapat penulis selesaikan berkat dukungan dari bantuan banyak pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Murdjito, M.sc. Eng sebagai Dosen Pembimbing I atas bimbingan dan motivasi yang diberikan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan ilmu yang diberikan.
3. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph. D selaku Kepala Departemen Teknik Transportasi Laut.
4. Seluruh dosen Departemen Teknik Transportasi Laut atas ilmu yang diberikan selama penulis berkuliah.
5. Orang tua penulis yaitu ayah, ibu, kakek, dan nenek atas doa serta kebutuhan baik moril maupun materiil.
6. Vindy yang selalu memberikan doa dan motivasi, serta selalu mendukung penulis.
7. Reza, Raka, Aziz, dan Besti yang telah mendampingi penulis dalam melakukan survei.
8. Reza dan Ikeh yang menjadi teman lembur di Lantai 4 menjelang ujian Tugas Akhir.
9. Seluruh teman – teman Departemen Teknik Transportasi Laut angkatan 2013 atas kehangatan dan dukungannya selama ini.
10. Seluruh Staf Tata Usaha Departemen Teknik Transportasi Laut yang ikut membantu perkuliahan penulis.
11. Mbak Tuti selaku HRD PT Terminal Teluk Lamong yang bersedia membantu penulis dalam melakukan survei.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya. Penulis juga memohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam laporan ini.

Surabaya, Juli 2018

Yosda Yoga Alfa Kananta

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR REVISI.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Hipotesa Awal.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 <i>Green Port</i>	7
2.2 <i>Green Port</i> di Indonesia.....	8
2.2.1 Terminal Teluk Lamong.....	8
2.3 Pencemaran Udara Oleh Kapal di Pelabuhan	9
2.3.1 Sulfur Oksida (SO _x).....	10
2.3.2 Karbon Dioksida (CO ₂).....	11
2.3.3 Karbon Monoksida (CO).....	11
2.3.4 Hidrokarbon (HC)	11

2.3.5	Nitrogen Oksida (NOX)	12
2.3.6	Partikel Partikulat (PM).....	12
2.4	<i>Shore Side Power Supply</i>	13
2.5	Konsep Pengoperasian <i>Shore Side Power Supply</i>	14
2.6	Infrastruktur Yang Dibutuhkan Dalam Penerapan <i>Shore Side Power Supply</i> ...	15
2.6.1	Infrastruktur di Darat (<i>Power Supply</i>).....	15
2.6.2	Infrastruktur di Kapal (<i>Receiver</i>).....	20
2.7	Penggunaan <i>Shore Side Power Supply</i> di Pelabuhan.....	22
2.7.1	Port of Gothenburg	22
2.7.2	Port of Stockholm.....	23
2.7.3	Port of Lübeck	25
2.7.4	Port of Los Angeles	25
2.8	Kelebihan dan Kekurangan Menggunakan <i>Shore Side Power Supply</i>	26
2.9	Analisa Biaya dan Manfaat	27
2.9.1	Komponen Biaya	28
2.9.2	Komponen Manfaat	30
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1	Tahapan Penelitian.....	31
3.2	Diagram Alir Penelitian	33
BAB 4	GAMBARAN UMUM.....	35
4.1	PT Terminal Teluk Lamong	35
4.2	Kunjungan Kapal	37
4.3	Fasilitas Pokok.....	38
4.3.1	Dermaga.....	38
4.3.2	Lapangan Penumpukan.....	39
4.3.3	Curah Kering	39
4.3.4	Transfer Area.....	39

4.3.5	CNG Truk	39
4.3.6	Automotive Terminal Trailer (ATT)	40
4.3.7	Automated Stacking Crane (AST).....	40
4.3.8	Straddle Carrier.....	41
4.3.9	<i>Ship To Shore</i> (STS).....	41
4.4	Fasilitas Pendukung	42
4.5	Proyek Masa Depan	42
BAB 5	ANALISA DAN PEMBAHASAN	45
5.1	Kebutuhan Listrik Setiap Range Kapal.....	45
5.1.1	Penggolongan Jenis dan Ukuran Kapal	45
5.1.2	Jumlah Kunjungan Kapal Setiap Tahun	46
5.1.3	Daya Mesin Bantu Kapal.....	48
5.1.4	Kebutuhan Listrik Kapal Setiap Tahun	50
5.2	Penentuan Jumlah Transformator Distribusi	52
5.3	<i>Capital Cost</i>	52
5.3.1	<i>Capital Cost Power Supply</i>	52
5.3.2	<i>Capital Cost Receiver</i>	53
5.4	<i>Maintenance Cost</i>	54
5.4.1	<i>Maintenance Cost Power Supply</i>	54
5.4.2	<i>Maintenance Cost Receiver</i>	55
5.5	<i>Operating Cost</i>	55
5.6	Biaya Eksplisit	56
5.4.1	Emisi.....	56
5.4.2	Biaya Emisi	58
5.4.3	Biaya Bahan Bakar Mesin Bantu	60
5.4.4	Biaya <i>Lubricating Oil</i> Mesin Bantu	61
5.4.5	Biaya Perawatan Mesin Bantu.....	63

5.7	Analisa Kelayakan Investasi	64
5.7.1	Komponen Biaya <i>Power Supply</i>	64
5.7.2	Komponen Pendapatan <i>Power Supply</i>	65
5.7.3	Arus Kas Pelabuhan	65
5.7.4	Analisis Sensitivitas Pelabuhan	66
5.7.5	Komponen Biaya <i>Receiver</i>	67
5.7.6	Komponen Pendapatan Tidak Langsung Kapal	67
5.7.7	Arus Kas Kapal Kontainer.....	68
5.7.8	Arus Kas Kapal General Cargo	69
5.7.9	Analisis Sensitivitas Kapal Kontainer	70
5.7.10	Analisis Sensitivitas Kapal General Cargo.....	70
5.8	Tata Letak Infrastruktur	71
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
6.1	Kesimpulan	73
6.2	Saran	74
	DAFTAR PUSTAKA.....	75
	LAMPIRAN	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Jalur Pelayaran Internasional di Indonesia	1
Gambar 1. 2 Jumlah Armada Nasional.....	2
Gambar 2. 1 <i>Port of Long Beach</i> Sebagai Salah Satu <i>Green Port</i>	7
Gambar 2. 2 Polusi dari Mesin Kapal di Pelabuhan.....	9
Gambar 2. 3 <i>Shore Side Power Supply</i>	14
Gambar 2. 4 Konsep Pengoperasian <i>Shore Side Power Supply</i> Pada <i>Cruise Ship</i>	15
Gambar 2. 5 Kabel ACSR	16
Gambar 2. 6 Kabel ACAR.....	16
Gambar 2. 7 Sebuah Transformator Berkapasitas 72.5 kV	17
Gambar 2. 8 Sebuah <i>Frequency Converter</i>	18
Gambar 2. 9 Sebuah <i>Circuit Breaker</i>	18
Gambar 2. 10 Sebuah <i>Inverter</i>	19
Gambar 2. 11 Sebuah <i>Switchboard</i>	19
Gambar 2. 12 <i>Housing</i> Untuk <i>Frequency Converter</i>	20
Gambar 2. 13 <i>Cable Reel</i>	20
Gambar 2. 14 <i>Power Grid</i>	21
Gambar 2. 15 Peletakan Kontainer <i>Shore side power supply</i> di Kapal.....	21
Gambar 2. 16 Bagian Dalam Kontainer Berisi <i>Power Grid</i> dan <i>Cable Reel</i>	22
Gambar 2. 17 Lokasi Port of Gotheburg	22
Gambar 2. 18 Shore Side Power Supply di Pelabuhan Ghotenburg, Swedia.....	23
Gambar 2. 19 Lokasi Port of Stockholm	24
Gambar 2. 20 Konektor di Pelabuhan Stockholm, Swedia	24
Gambar 2. 21 Lokasi Port of Lubeck	25
Gambar 2. 22 Transformator di Pelabuhan Lübeck, Jerman.....	25
Gambar 2. 23 Lokasi Port of Los Angeles	26
Gambar 2. 24 <i>Shore side power supply</i> yang Dioperasikan Menggunakan Tongkang.....	26
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 4. 1 Lokasi PT Terminal Teluk Lamong	35
Gambar 4. 2 PT Terminal Teluk Lamong	36
Gambar 4. 3 Kondisi di PT Terminal Teluk Lamong.....	36
Gambar 4. 4 Jumlah Kedatangan Kapal Kontainer dan General Cargo.....	37

Gambar 4. 5 Kondisi Dermaga Domestik Terminal Teluk Lamong	38
Gambar 4. 6 Fasilitas Curah Kering PT Terminal Teluk Lamong	39
Gambar 4. 7 Sebuah Truk Berbahan Bakar Gas.....	40
Gambar 4. 8 Automotive Terminal Trailer di Terminal Teluk Lamong	40
Gambar 4. 9 Automated Stacking Cranes di Terminal Teluk Lamong	41
Gambar 4. 10 Straddle Carrier.....	41
Gambar 4. 11 Ship to Shore di Terminal Teluk Lamong	42
Gambar 5. 1 Aplikasi BKI Register	48
Gambar 5. 2 Kebutuhan Listrik Kapal Kontainer Selama Bersandar.....	50
Gambar 5. 3 Kebutuhan Listrik Kapal <i>General Cargo</i> Selama Bersandar	51
Gambar 5. 4 <i>Capital Cost</i> di Pelabuhan	53
Gambar 5. 5 <i>Capital Cost Receiver</i>	54
Gambar 5. 6 Biaya Perawatan <i>Power Supply</i>	54
Gambar 5. 7 <i>Operating Cost</i> Pelabuhan per Tahun.....	56
Gambar 5. 8 Emisi Mesin Bantu Kapal Kontainer per Jam	57
Gambar 5. 9 Emisi Mesin Bantu Kapal <i>General Cargo</i> per Jam.....	58
Gambar 5. 10 Total Biaya Emisi Kapal Kontainer Selama Bersandar.....	59
Gambar 5. 11 Total Biaya Emisi Kapal <i>General Cargo</i> Selama Bersandar	59
Gambar 5. 12 Biaya Bahan Bakar Mesin Bantu Kapal Kontainer Selama Bersandar	60
Gambar 5. 13 Biaya Bahan Bakar Mesin Bantu Kapal <i>General Cargo</i> Selama Bersandar. 61	
Gambar 5. 14 Biaya Pelumas Mesin Bantu Kapal Kontainer Selama Bersandar	62
Gambar 5. 15 Biaya Pelumas Mesin Bantu Kapal <i>General Cargo</i> Selama Bersandar.....	62
Gambar 5. 16 Biaya Perawatan Mesin Bantu Kapal Kontainer Selama Bersandar	63
Gambar 5. 17 Biaya Perawatan Mesin Bantu Kapal <i>General Cargo</i> Selama Bersandar....	64
Gambar 5. 18 Arus Kas Pelabuhan.....	66
Gambar 5. 19 Analisis Sensitivitas Pelabuhan	66
Gambar 5. 20 Arus Kas Kapal Kontainer $1000 \leq DWT \leq 10000$	68
Gambar 5. 21 Arus Kas Kapal Kontainer $10001 \leq DWT \leq 65000$	68
Gambar 5. 22 Arus Kas Kapal <i>General Cargo</i>	69
Gambar 5. 23 Analisis Sensitivitas Kapal Kontainer	70
Gambar 5. 24 Analisis Sensitivitas Kapal <i>General Cargo</i>	71
Gambar 5. 25 Tata Letak Infrastruktur <i>Shore Side Power Supply</i>	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor Emisi	29
Tabel 2. 2 Harga Emisi Per Kilogram	29
Tabel 2. 3 Harga MDO (\$/metrik ton).....	30
Tabel 5. 1 Contoh Data Kunjungan Kapal Desember 2016	47
Tabel 5. 2 Jumlah Kapal Tahun 2016.....	47
Tabel 5. 3 Daya Mesin Bantu Kapal Kontainer $2001 \leq DWT \leq 5000$	49
Tabel 5. 4 Daya Mesin Bantu Kapal General Cargo $2001 \leq DWT \leq 5000$	49
Tabel 5. 5 Biaya Perawatan <i>Receiver</i> Setiap Tahun.....	55
Tabel 5. 6 Komponen Biaya Pengadaan <i>Power Supply</i>	64
Tabel 5. 7 Komponen Biaya Operasional dan Perawatan <i>Power Supply</i>	65
Tabel 5. 8 Pendapatan Pelabuhan per Tahun.....	65
Tabel 5. 9 Komponen Biaya Pengadaan <i>Receiver</i>	67
Tabel 5. 10 Contoh Pendapatan Tidak Langsung Kapal Kontainer $1000 \leq DWT \leq 2000$..	67

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor transportasi laut merupakan salah satu komponen utama dalam mendukung perekonomian global. Menurut International Maritime Organization (IMO), lebih dari 80% perdagangan di dunia diangkut melalui laut menggunakan kapal. Dari semua aktifitas perdagangan dunia yang komoditasnya diangkut menggunakan kapal, 40% akses perdagangannya memanfaatkan laut Indonesia sebagai jalur perlintasan. Hal ini diperkirakan akan terus meningkat antara lain karena pertumbuhan industri dan terjadinya perdagangan bebas (Kepala Staf TNI Angkatan Laut, 2016).

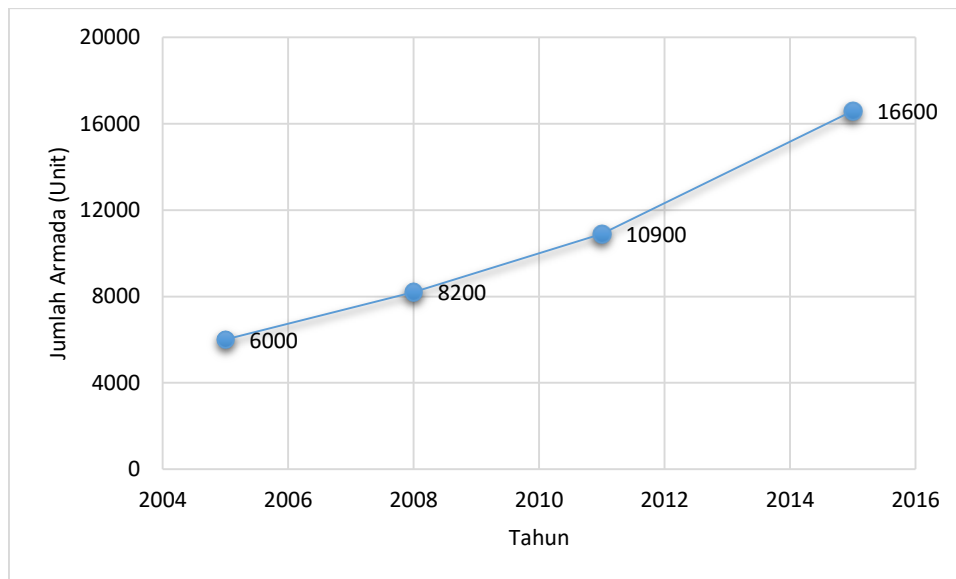
Di Indonesia sendiri terdapat empat buah selat yang merupakan jalur strategis perdagangan internasional. Keempat selat tersebut adalah Selat Malaka yang menjadi penghubung perdagangan dari Eropa dan Timur Tengah ke Asia Timur dan Asia Tenggara. Yang kedua adalah selat Sunda yang menghubungkan Laut Cina Selatan (Hongkong, Cina, dan Taiwan) dan Samudera Hindia (Afrika dan Australia). Yang ketiga adalah selat Lombok yang menjadi penghubung Laut Cina Selatan (Jepang, Korea, Filipina) ke Australia dan Selandia Baru. Yang keempat adalah Selat Malaka yang bisa menjadi penghubung Jepang, Korea, Kanada, dan Amerika Serikat ke Australia dan Selandia Baru.



Sumber : unescap.org

Gambar 1. 1 Jalur Pelayaran Internasional di Indonesia

Sedangkan di dalam negeri, industri pelayaran Indonesia tercatat terus meningkat dalam 10 tahun terakhir. Hal ini dibuktikan dengan meningkatnya jumlah armada nasional dari 6.041 unit menjadi 24.046 unit dalam kurun waktu 2005 sampai 2016. Hal ini seiring pertumbuhan jumlah perusahaan pelayaran nasional yang terus terjadi (Indonesian National Shipowners Association (INSA)).



Sumber : kemenperin

Gambar 1. 2 Jumlah Armada Nasional

Dengan banyaknya jumlah kapal domestik maupun kapal internasional yang beroperasi di perairan Indonesia, membuat jumlah kunjungan kapal di pelabuhan nasional pun mengalami peningkatan. Hal ini memberikan manfaat positif kepada pelabuhan. Selain memberikan manfaat positif kepada pelabuhan, kunjungan kapal di pelabuhan juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan pelabuhan dan sekitar pelabuhan salah satunya meningkatnya jumlah polusi udara dan kebisingan di pelabuhan yang disebabkan oleh kapal-kapal yang bersandar di pelabuhan.

Kapal niaga pada umumnya memiliki waktu yang cukup lama saat bersandar di suatu pelabuhan, dimana kapal-kapal tersebut menggunakan bahan bakar fosil untuk menggerakkan mesin bantu sebagai penghasil listrik saat bersandar di pelabuhan. Banyak kapal pada umumnya tidak tunduk terhadap peraturan kontrol emisi sehingga kapal dagang dari seluruh dunia umumnya menggunakan bahan bakar Heavy Fuel Oil (HFO) yang merupakan sisa minyak bumi sebagai pilihan bahan bakar. Bahan bakar jenis ini memiliki partikel pengotor yang tinggi.

Sepanjang tahun 2013 sampai 2015 konsumsi bahan bakar kapal di seluruh dunia meningkat 2,4 % dari 291 juta ton menjadi 298 juta ton. Dengan konsumsi bahan bakar yang semakin besar, maka jumlah emisi yang dihasilkan pun juga semakin besar. Black Carbon merupakan zat utama penyumbang emisi setelah Karbon Dioksida (CO₂). Satu kapal dagang yang menggunakan bahan bakar Heavy Fuel Oil dalam satu tahun menghasilkan emisi

partikel yang sama dengan jumlah yang dihasilkan oleh 50 juta mobil dalam satu tahun (The International Council on Clean Transportation, 2015).

Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa 60.000 kematian disebabkan oleh penyakit paru-paru karena partikel emisi yang ditimbulkan oleh kapal. Penyakit ini juga ditemukan di lokasi-lokasi yang jauh dari pelabuhan dikarenakan partikel pengotor dari kapal ini dapat terbawa oleh angin. Untuk setiap 1 kWh (3,6 MJ) listrik, menggunakan sekitar 200 gram bahan bakar. Setiap 1 kilogram bunker oil menghasilkan 3,1 kilogram karbon dioksida. Secara global, kapal menghabiskan 411.223.484 ton bahan bakar dalam satu tahun. Setiap kapal niaga rata-rata menghabiskan 100 hari di pelabuhan dalam satu tahun. Dengan banyaknya jumlah karbon dioksida yang dihasilkan oleh kapal, dapat diketahui betapa besarnya penyakit dan kerugian yang ditimbulkan (Lloyd, 2015).

PT Terminal Teluk Lamong yang berada di Surabaya merupakan salah satu pelabuhan yang dijadikan gerbang pelaku ekonomi di Jawa Timur dan Indonesia Timur. Terminal Teluk Lamong dirancang sebagai pelabuhan semi otomatis yang bisa menjawab kebutuhan laju perekonomian yang semakin hari semakin cepat. Tidak hanya sebagai pelabuhan modern dengan berbagai peralatan yang canggih dan memiliki kinerja tinggi, Terminal Teluk Lamong juga ditargetkan menjadi pelabuhan hijau (green port) pertama di Indonesia. Pembangunan dan operasional pelabuhan Teluk Lamong dipastikan mengutamakan faktor ramah lingkungan, baik dalam pemanfaatan energi, hingga pengolahan sampah dan air. Operasional Teluk Lamong seluruhnya memanfaatkan energi yang ramah lingkungan, seperti mengganti bahan bakar fosil ke gas, pemanfaatan cahaya matahari untuk penerangan, dan pengoperasian peralatan secara elektrik dengan kendali dari ruang kontrol.

Beberapa peralatan canggih yang digunakan di Terminal Teluk Lamong berkonsep ramah lingkungan tersebut digerakkan oleh tenaga listrik. Total tenaga listrik yang digunakan dalam keadaan penuh dan sibuk adalah sebesar 100 Mega Watt. Terminal Teluk Lamong juga memiliki PLTG (Pembangkit Listrik Tenaga Gas) yang dibangun khusus untuk mendukung kegiatan operasional Terminal Teluk Lamong, namun pembangkit tersebut belum dioperasikan dengan penuh.

Pada saat ini, kapal-kapal yang bersandar di dermaga Terminal Teluk Lamong masih menggunakan mesin bantu (mesin bantu) untuk menghasilkan sebagai penunjang peralatan elektronik, lampu penerangan, pompa-pompa, dan lain sebagainya. Mesin bantu ini

menghasilkan gas buang yang dapat mencemari udara di sekitar Terminal Teluk Lamong yang ditargetkan menjadi pelabuhan hijau (green port). Menurut WHO (World Health Organization), generator kapal yang menggunakan bahan bakar HFO (Heavy Fuel Oil) mengeluarkan emisi CO₂, NO_x, SO_x, serta partikel – partikel pengotor lainnya yang dalam jangka waktu yang lama dapat mengganggu kesehatan kru kapal, pekerja pelabuhan, dan masyarakat di sekitar pelabuhan. Melihat masalah ini, penulis mencoba untuk menganalisa penggunaan *Shore Side Power Supply* di PT Terminal Teluk Lamong Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi kapal di PT Terminal Teluk Lamong saat bersandar.
2. Apa manfaat penggunaan *Shore Side Power Supply* bagi PT Terminal Teluk Lamong.
3. Apa manfaat penggunaan *Shore Side Power Supply* bagi pemilik kapal.

1.3 Tujuan

Tujuan dilakukan penelitian Tugas Akhir ini diantara lain adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kondisi kapal di PT Terminal Teluk Lamong saat bersandar.
2. Mengetahui biaya dan manfaat bagi pelabuhan ketika menggunakan *Shore Side Power Supply*.
3. Mengetahui biaya dan manfaat bagi pemilik kapal ketika menggunakan *Shore Side Power Supply*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini antara lain :

1. Dapat mengetahui kondisi sebelum dan sesudah menggunakan *Shore Side Power Supply* bagi pelabuhan.
2. Dapat mengetahui kondisi sebelum dan sesudah menggunakan *Shore Side Power Supply* bagi pemilik kapal.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih fokus, dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di pelabuhan PT Terminal Teluk Lamong.
2. Penelitian dilakukan terhadap kapal kontainer dan kapal general cargo.
3. *Shore Side Power Supply* digunakan untuk menggantikan mesin bantu (*auxiliary engine*) saat kapal bersandar.
4. Pasokan listrik *Shore Side Power Supply* didapat dari Perusahaan Listrik Negara.

1.6 Hipotesa Awal

Hipotesis awal dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penerapan *Shore Side Power Supply* akan memberikan keuntungan di masa yang akan datang bagi pelabuhan.
2. Penerapan *Shore Side Power Supply* akan menghemat operational cost dan *Maintenance Cost* mesin bantu kapal selama berada di dermaga.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Green Port*

Pelabuhan sebagai salah satu gerbang perdagangan setiap harinya selalu dipenuhi dengan aktifitas - aktifitas bongkar muat sehingga menjadikan pelabuhan sebagai salah satu tempat dengan kualitas udara yang tidak baik. Kapal yang bersandar sebagai salah satu penyumbang polusi di pelabuhan. Selain kapal, penggunaan alat bongkar muat berbahan bakar minyak bumi juga turut ambil bagian dalam meningkatnya polusi di pelabuhan.



Sumber : maritimeherald.com

Gambar 2. 1 *Port of Long Beach* Sebagai Salah Satu *Green Port*

Dewasa ini, konsep pelabuhan berwawasan lingkungan terus menerus dikampanyekan. Konsep pelabuhan berwawasan lingkungan atau *green port* sudah lama diterapkan di negara – negara Eropa dan Amerika Serikat, tetapi di Indonesia hal ini masih merupakan hal yang baru. Untuk mewujudkan konsep pelabuhan berwawasan lingkungan dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain yang dilakukan pada kapal yaitu penggunaan bahan bakar rendah kandungan sulfur, penggunaan alat pengontrol PM dan NO_x , serta penggunaan *Shore Side Power Supply* sebagai pengganti mesin bantu kapal saat kapal bersandar di pelabuhan. Selain penerapan pada kapal, konsep “*green*” pada pelabuhan juga dapat diterapkan pada alat – alat yang berada di pelabuhan seperti penggunaan truk berbahan bakar gas, peralatan bongkar muat bertenaga listrik, penanaman pohon – pohon di area pelabuhan, serta fasilitas pengolahan limbah yang harus memadai.

2.2 *Green Port* di Indonesia

Indonesia sendiri sadar betapa pentingnya menerapkan pelabuhan berwawasan lingkungan untuk menjaga kelestarian lingkungan. Di Indonesia sendiri sudah ada satu *green port* yaitu Terminal Teluk Lamong. Pada masa yang akan datang akan dibangun beberapa pelabuhan lagi dengan konsep “*green*” di beberapa wilayah di Indonesia.

2.2.1 Terminal Teluk Lamong

Terminal Teluk Lamong merupakan satu-satunya *green port* di Indonesia. Pelabuhan ini terletak di Surabaya, Jawa Timur. Pelabuhan ini dibangun pada tahun 2010 dan pembangunan tahap pertama selesai pada tahun 2014 dan akan terus dilakukan pengembangan sampai tahun 2030. Fasilitas yang digunakan sangat ramah lingkungan seperti penggunaan truk berbahan bakar gas dan *Ship to Shore* yang menggunakan tenaga listrik.

2.2.2 New Priok

New Priok terletak di Tanjung Priok, Jakarta. Terminal ini masih dalam tahap pembangunan. Pembangunan New Priok sendiri terbagi dalam dua tahap. Untuk tahap pertama terdiri dari tiga terminal peti kemas (Saptono, 2018). Pelindo II selaku induk dari New Priok akan menerapkan sistem *Eco – Green Port*. Dengan penerapan sistem tersebut, setiap infrastruktur yang digunakan harus hemat bahan bakar dan ramah lingkungan. Untuk transportasi di area pelabuhan, minimal harus menggunakan bahan bakar solar level EURO V. Selain itu, akan diterapkan juga *shore power connection* di terminal ini (Jurnal Maritim Edisi Ke – 12, 2016).

2.2.3 Pelabuhan Patimban

Pelabuhan Patimban merupakan pelabuhan yang terletak di Subang, Jawa Barat. Pelabuhan ini masuk dalam salah satu Proyek Strategis Nasional. Pelabuhan ini akan menerapkan konsep *Smart Port* dan *Eco Friendly*. Pelabuhan ini akan memanfaatkan teknologi otomatis terhadap penganganan barang dan memanfaatkan energi ramah lingkungan (Humas Pemkab Subang, 2016).

2.3 Pencemaran Udara Oleh Kapal di Pelabuhan

Setiap waktu, derajat pencemaran di Kota Surabaya terus bertambah dikarenakan sumber pencemarannya juga terus bertambah. Sumber pencemaran tersebut bisa diakibatkan oleh polusi dari mesin kendaraan bermotor maupun pabrik yang ada di Kota Surabaya serta dari pembakaran sampah. Sumber – sumber pencemaran telah menyebar dari pusat hingga pinggiran kota Surabaya (MA Suhudi, 2018).

Di Terminal Teluk Lamong sendiri, meskipun fasilitas pelabuhan kebanyakan sudah menggunakan energi yang ramah lingkungan, namun tidak dengan kapal. Kapal masih menggunakan bahan bakar minyak bumi yang menghasilkan gas buang yang berbahaya bagi lingkungan dan masyarakat di sekitar pelabuhan. Emisi karbon dioksida dari mesin bantu kapal dapat menghasilkan gas rumah kaca.



Sumber : JOC.com

Gambar 2. 2 Polusi dari Mesin Kapal di Pelabuhan

Indonesia sendiri merupakan penyumbang gas karbon dioksida sebanyak 4,47% dari total karbon dioksida global pada tahun 2013 yaitu sebesar 2161 metrik ton. Dari 2161 metrik ton, 65% dihasilkan dari sektor transportasi dan 6,3% dihasilkan dari sektor industri (USAID, 2017).

Salah satu kontributor penyumbang polutan konvensional dan gas rumah kaca sektor transportasi adalah sektor transportasi laut. Sektor transportasi merupakan penyumbang emisi kedua terbesar setelah pembangkit listrik pada tahun 2015. Sektor transportasi sendiri menghasilkan emisi gas rumah kaca yang sangat besar yaitu 134,97 juta ton pada tahun tersebut (ESDM, 2016). Emisi terbesar dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar minyak sebesar 74%.

Emisi kapal yang sedang dalam proses berthing di pelabuhan mencapai 10 kali dari emisi operasi pelabuhan itu sendiri (Habibi & Rehmatulla, 2009). Untuk itu, mengurangi polusi di sektor transportasi laut menjadi sangat penting demi keberlangsungan hidup lingkungan dan masyarakat.

Emisi dari kapal yang menggunakan bahan bakar dengan kandungan sulfur yang tinggi menghasilkan gas buang dalam bentuk sulfur dioksida dan partikel pengotor lainnya. Zat tersebut mengancam kesehatan manusia, merusak ekosistem alam, dan berkontribusi untuk menimbulkan hujan asam. Masyarakat dan makhluk hidup lainnya yang berada di dekat pelabuhan dapat terpapar oleh polusi yang ditimbulkan oleh kapal-kapal di dermaga pelabuhan yang menggunakan bahan bakar dengan kandungan sulfur yang tinggi.

Perusahaan pelayaran pada saat ini diminta untuk ikut ambil bagian dalam menangani dan mengurangi emisi yang ditimbulkan oleh kapal dagang mereka. Karbon dioksida (CO_2) pada saat ini merupakan isu penting global. Berbagai zat lainnya seperti SO_x , NO_x , dan partikel pengotor lainnya secara langsung berdampak terhadap kehidupan masyarakat dan lingkungan sekitar. Aktifitas pelayaran bertanggung jawab sebagai salah satu penyumbang polusi udara terbesar (British Aerospace and The French Sema Group, 1999).

2.3.1 Sulfur Oksida (SO_x)

Gas ini merupakan gas yang sangat mudah terlarut dalam air. Pembentukan SO_x disebabkan oleh oksidasi sulfur dalam bahan bakar ke SO_2 dan SO_3 selama proses pembakaran. Jumlah SO_x yang terbentuk adalah fungsi dari kandungan sulfur dari bahan bakar yang digunakan, semakin rendah kandungan sulfur dalam bahan bakar, maka kualitas bahan bakar tersebut semakin baik. Sayangnya, bahan bakar rendah sulfur masih mahal (10 % sampai 20 % lebih mahal ketika kandungan sulfur berkurang tiap 0,1 %).

Saat ini kandungan sulfur pada bahan bakar haruslah dibawah 0,2% sejak tahun 2010. Saat ini, sebagian kapal-kapal Angkatan Laut menggunakan 1 % bahan bakar enah sulfur. Area khusus telah diatur, seperti Baltik, Laut Utara Eropa, dan Selat Inggris dimana menggunakan bahan bakar rendah sulfur adalah hal yang diwajibkan. SO_x terbentuk dari knalpot diesel dan bersifat korosif dan sebagian besar dinetralkan oleh minyak pelumas yang ada di kapal. Namun di atmosfer, SO_x bergabung dengan uap air dan membentuk H_2SO_4 yang kemudian jatuh sebagai hujan asam dan menyebabkan kerusakan lingkungan.

2.3.2 Karbon Dioksida (CO₂)

Karbon Dioksida adalah senyawa kimia anorganik yang memiliki berbagai penggunaan komersial, misalnya produksi minuman berkarbonasi. Karbon Dioksida merupakan salah satu produk dasar pembakaran dan meskipun mesin diesel merupakan mesin yang paling efektif untuk membakar bahan bahan fosil, CO₂ tetap tidak bisa dihilangkan secara total. Satu-satunya cara untuk mengurangi CO₂ adalah mengurangi jumlah bahan bakar yang digunakan atau meningkatkan efisiensi termal. Peraturan tentang pembatasan CO₂ memiliki standar yang sangat sulit. CO₂ tidak beracun, namun dapat mengakibatkan efek rumah kaca.

2.3.3 Karbon Monoksida (CO)

Karbon Monoksida adalah gas yang tidak berbau. Karbon Monoksida(CO) terbentuk karena pembakaran yang tidak sempurna dari bahan organik. Di dalam mesin diesel, pembentukan CO ditentukan oleh campuran udara atau bahan bakar di dalam ruang bakar mesin. Mesin diesel memiliki rasio kompresi bahan bakar yang sangat tinggi, sehingga pembentukan gas CO relative lebih kecil daripada mesin berbahan bakar bensin. Namun demikian, pembakaran tidak bisa terjadi di dalam ruang bakar mesin diesel apabila bahan bakar yang menetes ke dalam ruang bakar terlalu cepat, hal inilah yang menyebabkan gas CO tetap dihasilkan dengan jumlah yang besar.

Keracunan gas Karbon Monoksida dapat mengakibatkan gangguan pada sistem syaraf pusat, jantung, dan paru-paru. Gas ini akan terikat dengan hemoglobin (Hb) di dalam darah sehingga oksigen tidak dapat terikat oleh darah. Keracunan Karbon Monoksida juga dapat mengakibatkan pusing, mual-mual, kehilangan daya ingat, kehilangan koordinasi gerakan, serta kematian.

2.3.4 Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon (HC) merupakan unsur senyawa bahan bakar bensin, HC yang ada pada gas buang adalah dari senyawa bahan bakar yang tidak terbakar habis dalam proses pembakaran motor, HC diukur dalam satuan ppm (part permillion). Hidrokarbon total yang ada di atmosfer menunjukkan korelasi yang positif dengan kepadatan lalu lintas, kebanyakan hidrokarbon yang dilepas adalah metan.

Hidrokarbon merupakan gas toxid bagi manusia, hidrokarbon yang bersifat karsinogenik dapat berbahaya karena hidrokarbon didalam udara mengalami reaksi foto kimia sehingga dapat berubah menjadi gas yang lebih berbahaya dari pada asalnya (menjadi

peroxiasetil nitrat, keton, dan aldihida) sehingga hidrokarbon pada konsentrasi yang sedang sampai tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan terutama pada selaput lendir, mata, hidung dan tenggorokan dan jika terakumulasi dalam waktu yang agak lama hidrokarbon juga berpotensi menyebabkan penyakit kanker.

Hidrokarbon yang tinggi dapat disebabkan gangguan pada sistem pengapian, misalnya kabel busi yang jelek, koil yang jelek, busi yang jelek, saat pengapian terlalu maju serta tekanan kompresi yang rendah, sehingga dengan adanya gangguan tersebut diatas akan mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna dan menghasilkan emisi HC yang besar.

2.3.5 Nitrogen Oksida (NO_x)

NO_x telah menjadi isu global dan peraturan MARPOL yang baru memiliki dampak yang signifikan terhadap pemilik kapal dan galangan kapal. NO_x terbentuk selama proses pembakaran dan merupakan polutan yang juga berkontribusi dalam menyebabkan hujan asam, formasi ozon, dan formasi kabut yang menjadi masalah serius di kota-kota besar di seluruh dunia.

Udara yang mengandung gas NO dalam batas normal relatif aman dan tidak berbahaya, kecuali jika gas NO berada dalam konsentrasi tinggi. Konsentrasi gas NO yang tinggi dapat menyebabkan gangguan pada system saraf yang mengakibatkan kejang-kejang. Bila keracunan ini terus berlanjut akan dapat menyebabkan kelumpuhan. Gas NO akan menjadi lebih berbahaya apabila gas itu teroksidasi oleh oksigen sehingga menjadi gas NO_2 .

Pencemaran udara oleh gas NO_x dapat menyebabkan timbulnya Peroxy Acetil Nitrates yang disingkat dengan PAN. Peroxi Acetil Nitrates ini menyebabkan iritasi pada mata yang menyebabkan mata terasa pedih dan berair. Campuran PAN bersama senyawa kimia lainnya yang ada di udara dapat menyebabkan terjadinya kabut foto kimia atau Photo Chemistry Smog yang sangat berdampak terhadap lingkungan dan bersifat karsinogenik. Salah satu dampaknya terhadap lingkungan yaitu akibat timbulnya asap tebal dapat menyebabkan terhentinya alat-alat transportasi karena dikhawatirkan akan terjadi tabrakan.

2.3.6 Partikel Partikulat (PM)

Komposisi dan sifat partikulat diesel sangat bervariasi dan oleh karena itu sulit untuk menentukannya. Tidak ada hubungan kuantitatif antara asap pekat dan emisi partikulat. Emisi partikel dari mesin diesel dapat berasal dari :

- a. Gumpalan partikel yang sangat kecil dari bahan bakar yang dibakar di ruang mesin.
- b. Sebagian minyak pelumas yang ikut terbakar.
- c. Kadar abu yang terkandung dalam bahan bakar dan minyak pelumas silinder.
- d. Kandungan sulfat.
- e. Kandungan air.

Metode yang paling efektif untuk mengurangi jenis emisi ini adalah dengan menggunakan bahan bakar distilat ringan yang tentunya menyebabkan biaya tambahan. Pengurangan emisi partikulat dapat juga dikurangi dengan meningkatkan tekanan injeksi bahan bakar untuk memastikan bahwa udara dan bahan bakar tercampur secara optimal. Namun dengan tekanan injeksi bahan bakar yang tinggi, komponen mesin bisa mengalami kerusakan dengan cepat.

2.4 Shore Side Power Supply

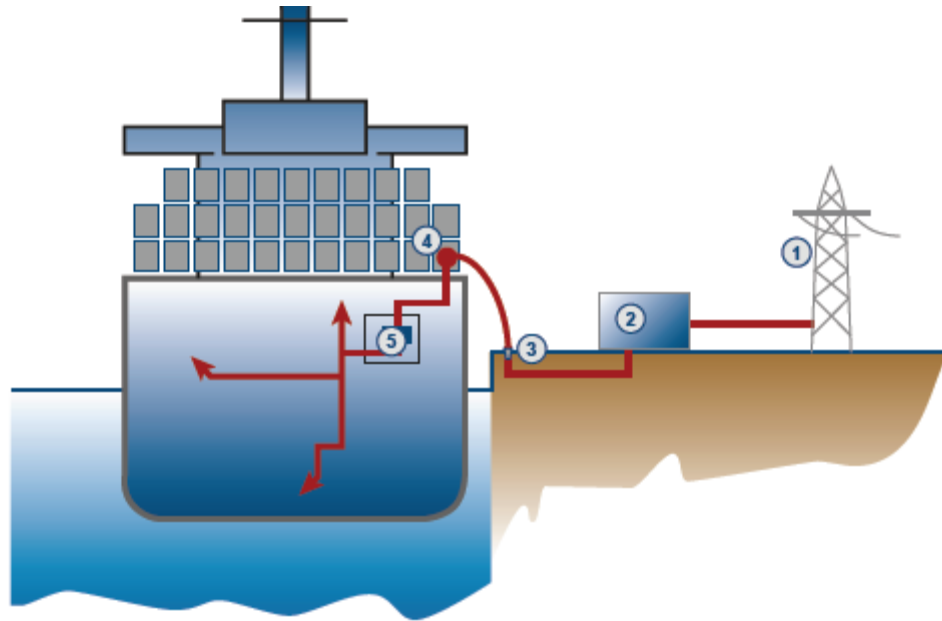
Shore Side Power Supply atau *Cold Ironing* adalah suatu proses menyediakan tenaga listrik dari darat ke kapal di dermaga ketika mesin utama dan mesin bantu kapal tersebut dimatikan (MariTermAB, 2004). *Cold Ironing* memungkinkan peralatan darurat, pendinginan, pemanasan, pencahayaan, serta peralatan lainnya untuk tetap dapat menerima daya listrik terus menerus. Sumber energi listrik di darat dapat berasal dari pasokan Perusahaan Listrik Negara (PLN) maupun pembangkit listrik yang terdapat di pelabuhan. Pembangkit listrik ini dapat didukung oleh sumber energi terbarukan seperti cahaya matahari, angin, air, maupun panas bumi.

Istilah *cold ironing* berasal dari keadaan dimana saat kapal di dermaga, maka semua mesin yang menggunakan bahan bakar fosil di kapal dimatikan sehingga dapat dikatakan “kapal akan menjadi dingin”. Ketika kapal berada di dermaga, tidak dibutuhkan lagi mesin bantu untuk menghasilkan daya listrik, sehingga mesin bantu akan memiliki suhu yang lebih rendah daripada suhu diluarnya.

Konsep “plugging in” atau “mencolokkan” kapal di pelabuhan ini mewajibkan semua kapal untuk mematikan mesin bantu mereka, sehingga dapat menghilangkan polusi yang ditimbulkan secara langsung oleh kapal yang bersandar, terutama di pelabuhan yang dekat dengan perkotaan atau daerah yang telah tercemar oleh polusi udara yang parah. Metode *cold ironing* telah diterapkan selama beberapa dekade pada kapal-kapal militer dan

kapal-kapal pesiar mewah, dan pada saat ini sedang dikampanyekan untuk diterapkan pada kapal-kapal dagang internasional.

Selain dapat mengurangi polusi udara bagi pelabuhan, keuntungan menggunakan *Shore side power supply* bagi perusahaan pelayaran adalah dapat menghemat pengeluaran biaya bahan bakar, biaya lubricating oil, dan biaya perawatan mesin bantu kapal.



Sumber : MariTerm AB

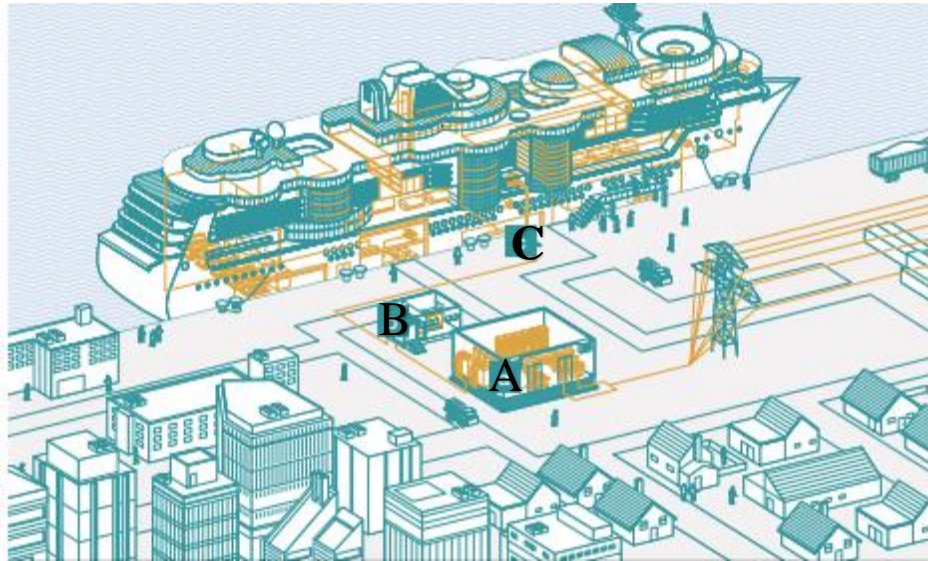
Gambar 2. 3 Shore Side Power Supply

2.5 Konsep Pengoperasian *Shore Side Power Supply*

Konsep penerapan *Shore Side Power Supply* yaitu sebagai berikut (*Entec Report*) :

1. Koneksi pada pembangkit listrik biasanya berkapasitas 20 – 100 kV, didapat dari pasokan listrik di darat yang akan diubah menjadi lebih kecil yaitu sekitar 6 – 20 kV.
2. Untuk menyalurkan listrik dibutuhkan kabel untuk menghubungkan listrik dari sumber tenaga ke atas kapal.
3. Sistem kelistrikan di darat membutuhkan *electricity converter* untuk mengubah frekuensi listrik menjadi 50 Hz (standar frekuensi peralatan listrik di Indonesia) maupun menjadi 60 Hz (kebanyakan kapal menggunakan frekuensi ini untuk mengoperasikan pompa, *crane*, dan derek).
4. Listrik kemudian didistribusikan ke terminal menggunakan kabel bawah tanah.

5. Dibutuhkan *cable reel* di atas kapal untuk membantu pemasangan soket ke terminal.
6. Kapal harus memiliki *power grid* untuk mengubah tegangan listrik ke 400 Volt.
7. Apabila listrik sudah berhasil dialirkan ke kapal, maka mesin bantu dimatikan.



Sumber : ABB Global (diolah kembali)

Gambar 2. 4 Konsep Pengoperasian *Shore Side Power Supply* Pada *Cruise Ship*

Gambar diatas menjelaskan alur distribusi listrik dari darat ke kapal. Bagian (A) merupakan *transformator*, (B) merupakan *frequency converter*, dan (C) merupakan *connector*.

2.6 Infrastruktur Yang Dibutuhkan Dalam Penerapan *Shore Side Power Supply*

2.6.1 Infrastruktur di Darat (*Power Supply*)

➤ Sumber Tenaga Listrik di Darat

Sebuah penyedia listrik diperlukan untuk menerapkan sistem *shore side power supply*. Sumber listrik tersebut dapat berasal dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) maupun pembangkit listrik yang dimiliki sendiri oleh pelabuhan. Di Indonesia sendiri menggunakan standar frekuensi sebesar 50 Hz – 60 Hz dengan tegangan 220 – 230 volt yang digunakan di bidang perumahan, perkantoran, maupun industri.

➤ Kabel Tegangan Tinggi

Distribusi listrik dari darat ke dermaga dapat dihubungkan menggunakan jenis kabel khusus yang banyak digunakan untuk mendistribusikan transmisi bertegangan tinggi seperti kabel ACSR dan kabel ACAR.



Sumber : indiamart

Gambar 2. 5 Kabel ACSR



Sumber : indiamart

Gambar 2. 6 Kabel ACAR

Instalasi kabel dapat berupa instalasi kabel udara (*overhead lines*) maupun instalasi kabel bawah tanah (*underground lines*). Untuk area pelabuhan, sangat dianjurkan untuk memakai sistem instalasi kabel bawah tanah (*underground lines*) karena pelabuhan merupakan tempat yang ramai dan dipenuhi dengan alat berat. Sistem instalasi kabel bawah tanah tersebut memiliki keunggulan dan kelemahan sebagai berikut :

Kelebihan sistem *Underground Lines* adalah :

1. Lebih aman terhadap gangguan cuaca buruk seperti hujan, petir, angin kencang, dan lain sebagainya.
2. Lebih aman terhadap dampak dari aktifitas manusia, misalnya tidak ada resiko kabel putus karena tersangkut alat berat.
3. Tidak mengganggu pandangan apabila ada bangunan yang tinggi.
4. Memiliki batas pemakaian umur yang lebih lama daripada *overhead lines*.
5. Lebih efisien dalam menyalurkan tenaga listrik karena ‘*energy lost*’ yang relatif kecil.

Sedangkan kekurangan sistem *Underground Lines* adalah :

1. Biaya instalasi yang mahal.
2. Sulit melakukan pengawasan untuk mencegah kerusakan.
3. Apabila sudah terjadi kerusakan, akan sulit terdeteksi.

➤ *Transformator*

Transformator di darat dibutuhkan untuk mengubah listrik dari sumber pembangkit listrik menjadi lebih rendah, yaitu sekitar 6-20 kV. Tetapi apabila satu transformator hanya bisa mensuplai kebutuhan listrik kapal dengan kapasitas tertentu, maka apabila ada kapal yang membutuhkan keutuhan listrik yang lebih besar, harus menggunakan transformator dengan kapasitas suplai yang lebih besar juga.



Sumber : www.energy.siemens.com

Gambar 2. 7 Sebuah Transformator Berkapasitas 72.5 kV

➤ *Frequency Converter*

Frequency converter adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengubah arus bolak – balik (AC) dari satu frekuensi menjadi arus bolak – balik frekuensi lainnya. Dalam dunia kelistrikan, frekuensi itu sendiri adalah jumlah gelombang listrik yang dihasilkan setiap satu detik. *Frequency converter* dibutuhkan karena setiap peralatan listrik memiliki frekuensi yang berbeda – beda.



Sumber : ABB.com

Gambar 2. 8 Sebuah *Frequency Converter*

➤ *Circuit Breaker*

Circuit breaker adalah peralatan pada sistem tenaga listrik yang berfungsi sebagai pemutus hubungan antara dua sisi sumber tenaga listrik dan sisi beban dan dapat bekerja secara otomatis ketika terjadi gangguan (Iksan, 2013). Jika terjadi korsleting listrik atau pemakaian listrik yang berlebihan, maka alat ini akan secara otomatis memutus aliran listrik tersebut.



Sumber : wikipedia

Gambar 2. 9 Sebuah *Circuit Breaker*

➤ *Inverter*

Inverter merupakan suatu rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengkonversi atau mengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak – balik (AC). *Inverter* banyak digunakan dalam dunia industri.



Sumber : global sources

Gambar 2. 10 Sebuah *Inverter*

➤ *Switchboard*

Switchboard adalah sebuah panel pengendali yang dirangkai sedemikian rupa dan saling berkaitan sehingga berfungsi sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.



Sumber : trystar

Gambar 2. 11 Sebuah *Switchboard*

➤ *Housing*

Sebuah ruangan dibangun untuk meletakkan *transformator, inverter, circuit breaker,* dan *switchboard* di darat supaya terlindung dari cuaca. Untuk *frequency converter* diletakkan di dermaga dan dilindungi oleh kontainer 20 feet.



Sumber : Schneider Electric

Gambar 2. 12 *Housing* Untuk *Frequency Converter*

2.6.2 *Infrastruktur di Kapal (Receiver)*

➤ *Cable Reel*

Cable Reel dibutuhkan untuk membawa konektor dari atas kapal ke konektor yang ada di dermaga selama kapal bersandar. Alat ini terdiri dari kabel, gulungan, dan konektor. Sistem pengelolaan kabel tersebut harus didesain sedemikian rupa agar memudahkan dalam proses pemasangannya ke atas kapal.



Sumber : MaritermAB

Gambar 2. 13 *Cable Reel*

➤ *Power Grid*

Sebuah power grid dibutuhkan pada kapal untuk merubah tegangan listrik dari pelabuhan menjadi 400 Volt sehingga dapat digunakan untuk peralatan listrik di kapal.



Sumber : alibaba.com

Gambar 2. 14 *Power Grid*

➤ *Kontainer 20 Feet*

Setiap kapal bermuatan kontainer dan general cargo yang akan menggunakan *shore side power supply* harus menyediakan sebuah kontainer yang telah dimodifikasi sedemikian rupa untuk memuat cable reel dan power grid. Kontainer ini biasanya diletakkan di tumpukan kontainer paling bawah di belakang kapal. Kontainer dilengkapi dengan lubang untuk mengeluarkan kabel dari dalam kontainer dan kemudian dihubungkan pada konektor yang berada di dermaga (www.stemmann.com).



Sumber : *Stemmann-Technik*

Gambar 2. 15 Peletakan Kontainer *Shore side power supply* di Kapal



Sumber : Stemann-Technik

Gambar 2. 16 Bagian Dalam Kontainer Berisi *Power Grid* dan *Cable Reel*

2.7 Penggunaan *Shore Side Power Supply* di Pelabuhan

Pada saat ini beberapa pelabuhan modern di dunia telah menggunakan *Shore side power supply* untuk mengurangi pencemaran udara dan mengurangi kebisingan di area pelabuhan. Beberapa pelabuhan di Eropa dan Amerika Serikat telah menerapkan sistem *shore side power supply* dan pelabuhan – pelabuhan di China, Korea Selatan, dan Jepang juga akan segera menerapkan sistem *shore side power supply* ini.

2.7.1 Port of Gothenburg

Port of Gothenburg merupakan sebuah pelabuhan terbesar di Skandinavia. Pelabuhan ini terletak di Swedia dan bisa melayani kapal penumpang dan kapal pesiar.



Sumber : google maps

Gambar 2. 17 Lokasi Port of Gotheburg

Pada tahun 1989, Pelabuhan Gothenburg dikonversi menjadi terminal untuk feri yang menyediakan layanan listrik yang tersedia dari darat. Pada tahun 2003 terminal tambahan dikonversi untuk menggunakan teknologi Shore Side Power Supply, kali ini melayani kapal roll-on-roll-off (roro).



Sumber : MaritermAB

Gambar 2. 18 Shore Side Power Supply di Pelabuhan Ghotenburg, Swedia

Pada saat ini semua dermaga pada terminal roro yang menyediakan tegangan tinggi di pelabuhan Gothenburg dapat menampung sekitar enam kapal untuk Stora Enso; tiga buah kapal Transatlantic dan tiga kapal Wagenborg.

2.7.2 Port of Stockholm

Port of Stockholm merupakan sebuah pelabuhan yang terletak di Swedia. Pada tahun 1985, pelabuhan ini meresmikan fasilitas suplai listrik mereka untuk melayani kapal-kapal penumpang yang lebih besar.



Sumber : google maps

Gambar 2. 19 Lokasi Port of Stockholm

Sambungan berlokasi di Stadgarden yang melayani kapal yang beroperasi di Pulau Aland – Viking Cinderella, dan Birger Jarl. Kapal-kapal tersebut disambungkan dengan sambungan bertegangan rendah, 400V/Hz. Untuk dapat memberikan kebutuhan listrik kepada kapal-kapal tersebut, 9 buah kabel disambungkan ke generator darat ketika kapal sedang bersandar.



Sumber : MaritermAB

Gambar 2. 20 Konektor di Pelabuhan Stockholm, Swedia

Selama musim semi 2006, sambungan tegangan rendah yang lainnya telah diresmikan untuk kapal feri penumpang Tallink, Victoria I, dan Romantika di terminal Freeport pelabuhan Stockholm. Energi didistribusikan lewat gardu yang ada di dermaga.

Untuk dapat memberikan kebutuhan yang cukup kepada kapal-kapal tersebut, dua belas kabel disambungkan ke generator di darat ketika kapal bersandar.

2.7.3 Port of Lübeck



Sumber : google maps

Gambar 2. 21 Lokasi Port of Lubeck

Port of Lubeck merupakan pelabuhan yang ada di Jerman, Pada tahun 2008, pelabuhan ini dengan sukses memasang sistem suplai listrik dari darat. Kapasitas yang tersedia di pelabuhan saat itu sebesar 10 kV. Transformator sebesar 2,5 MVA dipasang di gardu beton di pelabuhan untuk memisahkan jaringan listrik bagi pelabuhan dengan jaringan listrik bagi kapal.



Sumber : MaritermAB

Gambar 2. 22 Transformator di Pelabuhan Lübeck, Jerman

2.7.4 Port of Los Angeles

Port of Los Angeles merupakan pelabuhan kontainer yang terletak di Amerika Serikat. Pada bulan Juni 2004, kerjasama antara pihak pelabuhan Los Angeles dengan China

Shipping Container Line meresmikan terminal “West Basin”. Terminal ini adalah terminal kontainer pertama di dunia yang menyediakan layanan Onshore Power Supply. Dua bulan kemudian, pada bulan Agustus, pelabuhan pertama kalinya melayani kapal kontainer yang memiliki teknologi power supply sendiri yaitu “NYK Atlas”.



Sumber : google maps

Gambar 2. 23 Lokasi Port of Los Angeles

Terminal West Basin disuplai dengan 6.6 kV/60 Hz, tetapi sejak NYK Atlas beroperasi dengan 440 V/ 60 Hz, tegangan diturunkan menjadi 440 V. sebuah tongkang dengan transformer dan kabel ditambatkan di bagian buritan kapal kontainer. 9 buah kabel dipasang dengan menggunakan sebuah crane kecil. Prosedure ini memakan waktu kurang lebih selama 1 jam.



Sumber : MaritermAB

Gambar 2. 24 Shore side power supply yang Dioperasikan Menggunakan Tongkang

2.8 Kelebihan dan Kekurangan Menggunakan Shore Side Power Supply

Menggunakan sistem Shore Side Power Supply dapat mengurangi polusi dan kebisingan yang diakibatkan oleh mesin bantu kapal secara signifikan, sehingga berdampak

positif bagi lingkungan dan kesehatan manusia, yaitu para anak buah kapal maupun masyarakat yang hidup di sekitar pelabuhan. Penggunaan *Shore side power supply* membantu mengurangi polusi berbahaya yang mengakibatkan efek buruk bagi kehidupan di sekitar pelabuhan. Dengan mematikan mesin bantu saat kapal bersandar di dermaga, dapat mengurangi emisi NO_x, SO_x, dan PM sebanyak 95% (Temco, 2007).

Selain kelebihan untuk pelabuhan, penggunaan *Shore Side Power Supply* juga mampu menguntungkan pihak pemilik kapal. Dengan menggunakan *Shore Side Power Supply*, pemilik kapal mampu menghemat biaya bahan bakar mesin bantu, biaya pelumas mesin bantu, serta biaya perawatan mesin bantu.

Sedangkan kelemahan menggunakan *Shore Side Power Supply* ini adalah dibutuhkan biaya investasi yang tidak sedikit bagi pihak pelabuhan. Selain itu regulasi pemerintah di setiap negara yang berbeda juga bisa menjadi faktor tidak terwujudnya sistem *Shore Side Power Supply* di semua negara (Altran, 2008).

2.9 Analisa Biaya dan Manfaat

Analisis biaya manfaat (cost benefit analysis) adalah salah satu teknik yang digunakan untuk mengevaluasi penggunaan aset-aset ekonomi supaya dapat digunakan secara efisien. Analisis biaya dan manfaat merupakan salah satu instrumen yang dapat digunakan untuk pengambilan sebuah keputusan. Sebelum suatu proyek, dikembangkan, maka perlu dihitung kelayakan ekonomisnya. Analisis biaya dan mafaat disebut juga dengan analisis biaya/efektivitas (*cost/ effectiveness analysis*)

Adapun pengertian dari biaya (cost) adalah jumlah maksimum yang perlu dikeluarkan untuk suatu proses produksi yang dinyatakan dalam satuan uang untuk menghindari hasil yang mereka anggap tidak diinginkan (Dunn, 1999). Sedangkan manfaat (benefit) adalah semua manfaat yang didapatkan secara langsung maupun tidak langsung dalam bentuk uang ataupun tidak (AS Bacin, 2018).

Metode Cost Benefit Analysis didefinisikan sebagai perbandingan (rasio) nilai ekuivalen dari manfaat terhadap nilai ekuivalen dari biaya-biaya. Nama lain rasio B/C adalah rasio investasi-penghematan. Berdasarkan definisinya, rasio Benefit Cost Ratio dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{BCR} = \frac{\text{Jumlah Pendapatan}}{\text{Total Biaya Produksi}} \quad (\text{Persamaan 2.1})$$

2.9.1 Komponen Biaya

2.9.1.1 Biaya Modal (*Capital Cost*)

Biaya modal adalah biaya riil yang harus dikeluarkan untuk membeli atau membangun aset – aset tetap seperti tanah, bangunan, dan alat – alat penunjang produksi. Biaya modal dalam tugas akhir ini adalah biaya pembangunan *shore side power supply*.

2.9.1.2 Biaya Operasional (*Operating Cost*)

Biaya operasional adalah segala biaya yang dikeluarkan untuk menunjang proses produksi. Dalam penelitian ini yang termasuk biaya operasional adalah gaji pegawai, biaya perawatan, minyak pelumas, bahan bakar, biaya listrik, dan biaya emisi.

2.9.1.3 Biaya Perawatan (*Maintenance Cost*)

Biaya perawatan merupakan biaya yang dikeluarkan untuk menjaga kondisi aset tetap dalam keadaan yang baik. Biaya ini meliputi biaya perawatan rutin yang terdiri dari penggantian minyak pelumas, dan biaya perbaikan yang terdiri dari penggantian suku cadang aset yang telah rusak. Secara umum, besarnya biaya perawatan mesin bantu dapat dihitung sebagai berikut (Jiven, 2004) :

$$\text{Biaya Perawatan} = \text{€ } 1,6 / \text{running hour} \quad (\text{Persamaan 2.2})$$

2.9.1.4 Biaya Emisi

Biaya emisi merupakan biaya yang harus dibayar oleh pihak yang berkontribusi sebagai penghasil emisi, dalam hal ini adalah kapal. Biaya emisi yang harus dibayar meliputi biaya emisi Karbon Dioksida (CO₂), Nitrogen Oksida (NO_x), Sulfur Oksida (SO_x), dan Partikel Partikulat (PM).

Biaya emisi setiap jam dihitung berdasarkan jumlah emisi yang dikeluarkan oleh mesin bantu kapal setiap jam dikalikan dengan harga beli emisi yang berlaku. Banyaknya emisi yang dihasilkan setiap kilowatt dapat dihitung menggunakan ketentuan sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Faktor Emisi

Jenis Emisi	Nilai	Satuan
CO2	0,722	kg/kwh
SOx	0,0123	kg/kwh
NOx	0,0147	kg/kwh
PM	0,001	kg/kwh
CH4	-	kg/kwh

Sumber : Entec 2002

Tabel 2. 2 Harga Emisi Per Kilogram

Jenis Emisi	Harga	Satuan
CO2	Rp 227,00	/kg
SOx	Rp 2.347,00	/kg
NOx	Rp 357,00	/kg
PM	Rp 3.500,00	/kg

Sumber : repository.ipb.ac.id

Dengan mengetahui besarnya daya mesin bantu dalam satuan kilowatt hour (kWh) dan berapa lama mesin bantu tersebut beroperasi, maka dapat dihitung berapa besarnya emisi yang dihasilkan dalam satuan kilogram dan dapat diketahui berapa besarnya biaya emisi yang harus dibayarkan selama waktu tertentu.

2.9.1.5 Biaya Listrik

Biaya listrik merupakan biaya yang dikeluarkan oleh pihak pelabuhan kepada pihak penghasil tenaga listrik. Di Indonesia, tarif listrik setiap kWh untuk golongan I-4/TT adalah sebesar Rp 996,74 dan besarnya Pajak Penerangan Jalan (PPJ) adalah 8% (pln.co.id). Perhitungan biaya listrik dilakukan dengan persamaan :

$$\text{Tarif listrik} = \text{Total konsumsi listrik (kWh)} \times \text{Tarif listrik/kWh} \times \text{PPJ} \quad (\text{Persamaan 2.3})$$

2.9.1.6 Biaya Pelumas

Biaya pelumas atau lubricating cost pada penelitian ini adalah biaya pembelian pelumas pada mesin bantu (mesin bantu) kapal. Pelumas sangatlah penting untuk menunjang

proses operasi mesin bantu supaya dapat berjalan dengan baik dan tidak cepat mengalami keausan, sehingga dapat meminimalkan biaya perawatan mesin.

2.9.1.7 Biaya Bahan Bakar

Besarnya biaya bahan bakar bervariasi, tergantung dari besarnya daya yang dihasilkan oleh mesin bantu tersebut, lamanya mesin beroperasi, kualitas bahan bakar dan umur mesin bantu. Jenis bahan bakar yang dipakai oleh mesin bantu kapal adalah Marine Diesel Oil (MDO).

Tabel 2. 3 Harga MDO (\$/metrik ton)

Pelabuhan	IFO 380	IFO 180	MDO
Piraeus	467	490	-
Istanbul	469,5	487	-
Fujairah	464,5	520	-
Singapura	473,5	505,5	645

Sumber : www.hellenicshippingnews.com

2.9.2 Komponen Manfaat

Komponen manfaat bagi kapal merupakan manfaat tidak langsung. Dengan menggunakan *Shore Side Power Supply*, maka manfaat bagi kapal adalah tidak perlu lagi menggunakan bahan bakar saat kapal bersandardi dermaga. Hal ini tentu menghemat pengeluaran kapal untuk membeli bahan bakar mesin bantu. Selain biaya bahan bakar yang bisa dihemat, manfaat lainnya bagi kapal adalah menghemat biaya *lubricating oil*, biaya perawatan mesin bantu, dan pajak emisi apabila diterapkan.

Bagi pelabuhan, manfaat yang didapat dari *Shore Side Power Supply* adalah menambah pemasukan pelabuhan. Pelabuhan sebagai penyedia fasilitas akan mendapatkan pendapatan dari kapal yang menggunakan *Shore side power supply*.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Dalam mengerjakan Tugas Akhir ini, dibutuhkan metodologi untuk membantu proses penyelesaian. Selanjutnya akan dijelaskan dengan diagram alir (flowchart) dalam pengerjaan Tugas Akhir ini pada Gambar 3.1. Tahapan – tahapan pengerjaan Tugas Akhir ini secara umum terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Tahapan Identifikasi Masalah

Pada tahapan ini dilakukan proses identifikasi masalah yang berhubungan dengan polusi udara di PT Terminal Teluk Lamong. Hal yang menjadi fokus permasalahan adalah polusi udara yang dihasilkan oleh mesin bantu kapal.

2. Tahapan Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang berhubungan dengan permasalahan pada penelitian ini. Materi yang dijadikan sebagai tinjauan pustaka antara lain adalah sistem *shore side power supply*, investasi, dan operasional. Studi literatur juga dilakukan terhadap penelitian sebelumnya untuk memahami solusi yang dapat dilakukan.

3. Tahapan Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan melakukan survei yaitu dengan mengamati kondisi di PT Terminal Teluk Lamong (primer) secara langsung dan pengumpulan data secara tidak langsung (sekunder) yang didapat dari jurnal penelitian sebelumnya. Data primer meliputi jenis dan ukuran kapal, ship call per tahun, jumlah dermaga, dan panjang dermaga.

4. Tahapan Pengolahan dan Analisa Data

Pada tahap ini, data yang telah diperoleh diolah dan digunakan sebagai perhitungan untuk mengetahui kebutuhan listrik untuk semua mesin bantu kapal, menghitung biaya investasi, menghitung biaya operasional, dan menghitung biaya perawatan.

5. Analisa Biaya Manfaat

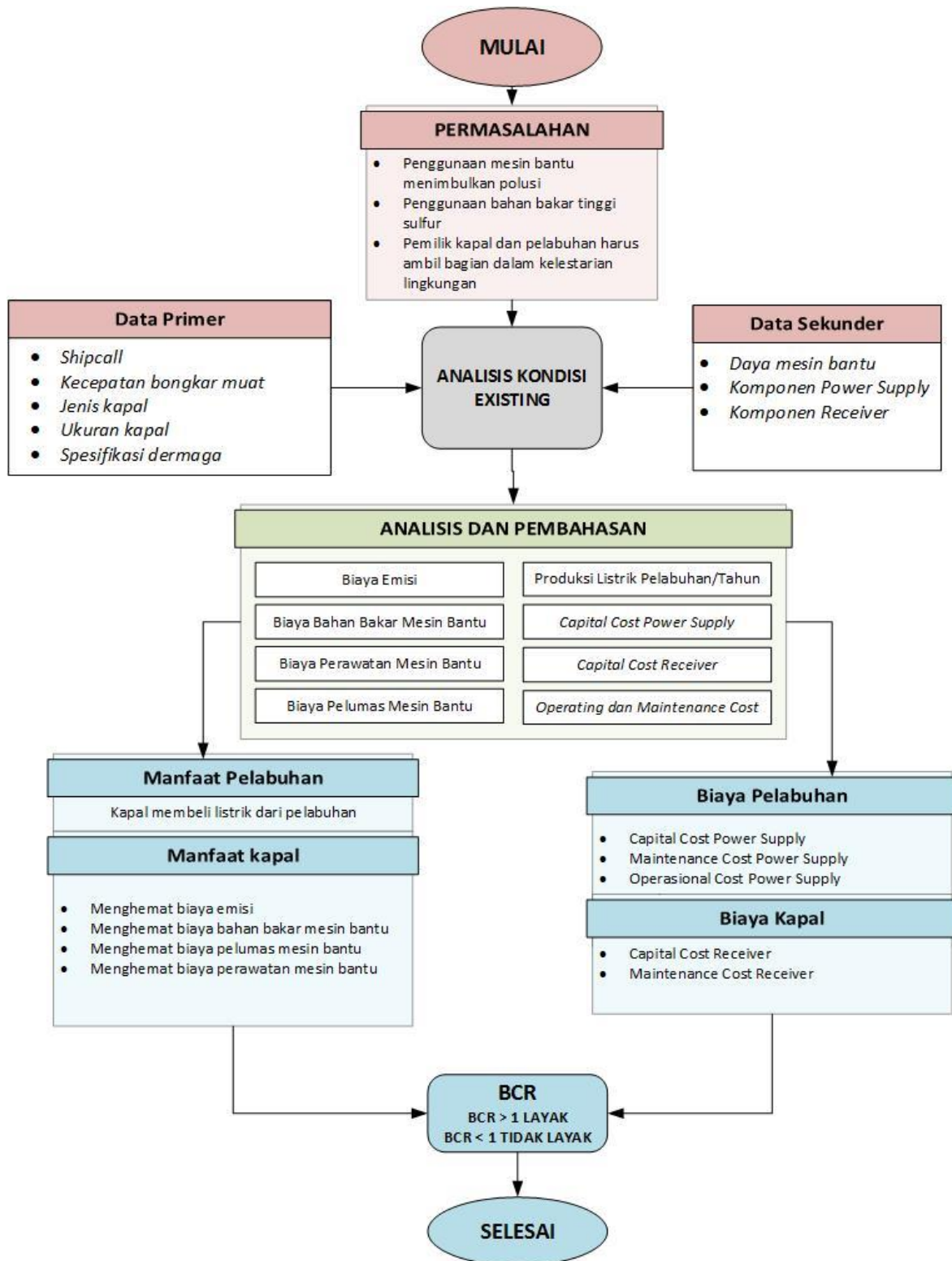
Analisa Biaya Manfaat dilakukan dengan mengidentifikasi biaya – biaya yang ditimbulkan oleh sistem *Shore side power supply* baik biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak pelabuhan maupun biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak pemilik kapal sehingga dapat menghasilkan rasio perbandingan.

6. Kesimpulan dan Penyusunan Laporan

Tahapan akhir adalah penarikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian, serta penyusunan laporan dari penelitian.

3.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat dalam *flowchart* dibawah ini.

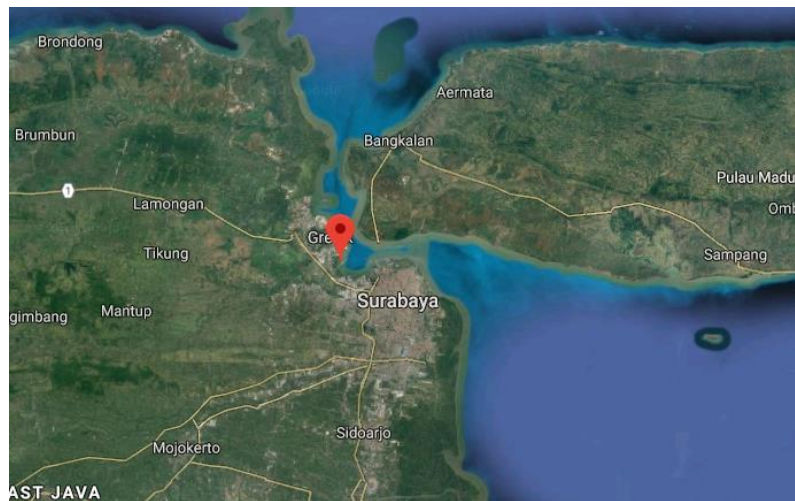


Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

BAB 4 GAMBARAN UMUM

4.1 PT Terminal Teluk Lamong

PT Terminal Teluk Lamong merupakan sebuah anak perusahaan PT Pelabuhan Indonesia III (Persero) yang mampu melayani jasa bongkar muat petikemas, curah kering, curah cari, dan *geneal cargo*. Terminal ini terletak di Surabaya dan dibangun pada akhir tahun 2010 dan tahap pertama pembangunan diselesaikan pada tahun 2014.



Sumber : google maps

Gambar 4. 1 Lokasi PT Terminal Teluk Lamong

PT Terminal Teluk Lamong merupakan satu-satunya terminal di Indonesia yang menggunakan konsep *Green Port* atau Pelabuhan hijau, yang berarti merupakan pelabuhan yang ramah lingkungan di Indonesia. Terminal ini memiliki berbagai peralatan yang canggih serta ramah lingkungan sebagai penunjang untuk kegiatan bongkar muat mereka. Diantaranya untuk mengurangi emisi karbon, mereka memiliki truk berbahan bakar CNG (Compressed Natural Gas) dan menggunakan peralatan bongkar muat bertenaga listrik. Untuk menghemat energi, terminal ini menggunakan lampu LED (Light Emitting Diode), panel surya, dan sistem AC gas buang. Truk container yang masuk dalam terminal ini nantinya harus menggunakan bahan bakar CNG dan tidak ada yang boleh menggunakan bahan bakar fosil.



Sumber : indonesiaimages.net

Gambar 4. 2 PT Terminal Teluk Lamong

Terminal ini juga merupakan terminal semi otomatis pertama yang ada di Indonesia. Artinya, peralatan di PT Terminal Teluk Lamong semuanya digerakkan oleh komputer dengan menggunakan sedikit bantuan manusia. Hal ini tentunya akan memberikan rasa aman bagi para pekerjanya mengingat banyak sekali alat-alat berat yang beroperasi di PT Terminal Teluk Lamong ini. Fasilitas lainnya yang juga terdapat di terminal ini antara lain tempat pembakaran sampah dan mesin pemisah air dengan minyak. Selain itu PT Terminal Teluk Lamong juga akan membangun jalan fly over dari pelabuhan ke depo peti kemas untuk mengurangi kemacetan di jalan raya.



Sumber : Dokumentasi Penulis

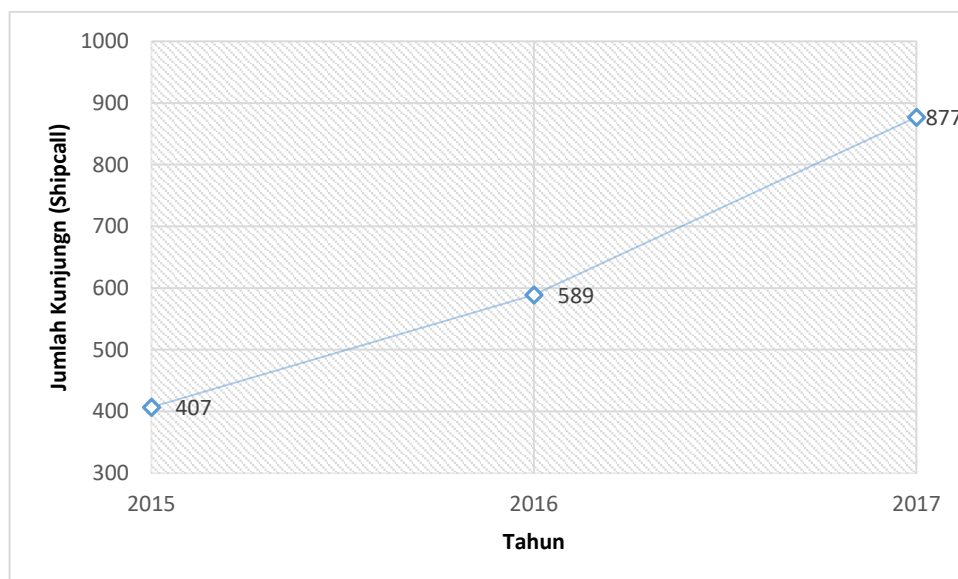
Gambar 4. 3 Kondisi di PT Terminal Teluk Lamong

Sistem pelayanan di PT Terminal Teluk Lamong ini menggunakan sistem *online* sehingga meningkatkan daya saing nasional maupun internasional. Para importir yang ingin menggunakan jasa terminal ini hanya perlu mengurus PIB (Personal Internet Banking) dan dokumen perizinan import ke Bea Cukai dan data tersebut langsung terkoneksi ke terminal. Kemudahan keluar dan masuk barang sangat memudahkan importir dan eksportir dalam memanfaatkan kayanan di Terminal Teluk Lamong.

Keberadaan Terminal Teluk Lamong diharapkan dapat memberikan kemajuan di Jawa Timur maupun nasional dengan menjadi penggerak utama perekonomian regional dan nasional yang menyediakan jasa pelayanan terpadu, sehingga proses distribusi barang dari dan ke Indonesia Timur menjadi lebih cepat dan aman, serta menjadikan Indonesia sebagai poros maritim dunia.

4.2 Kunjungan Kapal

Jenis kapal yang berkunjung ke PT Terminal Teluk Lamong bermacam – macam. Mulai dari kapal kontainer, *general cargo*, *bulk carrier*, bahkan *landing craft tank* (LCT) yang dimodifikasi sedemikian rupa sehingga dapat memuat kontainer.



Sumber : Terminal Teluk Lamong

Gambar 4. 4 Jumlah Kedatangan Kapal Kontainer dan General Cargo

Grafik diatas merupakan jumlah kapal kontainer dan *general cargo* yang berkunjung ke PPT Terminal Teluk Lamong dalam 3 tahun terakhir. Terjadi jumlah kunjungan kapal yang meningkat secara signifikan setiap tahunnya.

Sistem yang diterapkan saat ini sudah meningkatkan daya saing nasional dan internasional di tengah persaingan global yang semakin ketat dan tuntutan terhadap layanan kepelabuhanan yang tinggi. Penerapan sistem waiting time memberikan kepastian sandar kapal yang lebih cepat. Dengan meningkatnya jumlah kunjungan kapal dari tahun ke tahun, jumlah ekspor dan impor berbagai produk terus meningkat.

4.3 Fasilitas Pokok

4.3.1 Dermaga

PT Terminal Teluk Lamong memiliki dua jenis dermaga yaitu dermaga domestik dan dermaga internasional. Untuk dermaga domestik berada disebelah utara dan dermaga internasional terletak di sebelah selatan.



Sumber : Dokumentasi Penulis

Gambar 4. 5 Kondisi Dermaga Domestik Terminal Teluk Lamong

Untuk spesifikasi dermaga PT Terminal Teluk Lamong dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 1 Spesifikasi Dermaga PT Terminal Teluk Lamong

Dermaga	Panjang (m)	Lebar (m)	Kedalaman (m)
Domestik	450	30	13
Internasional	500	50	14
Curah Kering	250	40	14

4.3.2 Lapangan Penumpukan

Terminal teluk lamong memiliki 6 blok lapangan penumpukan dengan luas mencapai 15,86 hektar. Untuk pelayanan domestik menggunakan 3 blok, dan untuk pelayanan internasional menggunakan 3 blok. Kapasitas yang dapat ditampung untuk lapangan kontainer mencapai 652.445 TEU's per tahun, dan untuk curah kering mencapai 8.111.111 ton per tahun.

4.3.3 Curah Kering

Teluk Lamong memiliki kapasitas penyimpanan curah kering mencapai 8 hektar. Pada layanan curah kering, Terminal Teluk Lamong memiliki conveyor belt sepanjang 1,2 kilometer. Dari dermaga ke silo. Fasilitas tersebut mampu melayani kapal – kapal curah kering berkapasitas besar. Selain itu juga terdapat grab ship unloader dengan kapasitas 2000 ton per jam per unit dan mampu membongkar 24.000 ton per hari.



Sumber : pelindo.co.id

Gambar 4. 6 Fasilitas Curah Kering PT Terminal Teluk Lamong

4.3.4 Transfer Area

Fasilitas transfer area digunakan sebagai area transit atau parkir truk pengguna jasa yang belum memakai bahan bakar gas. Di area ini juga terdapat dua mesin pengisian bahan bakar gas (SPBG) dengan empat titik pengisian.

4.3.5 CNG Truk

PT Terminal Teluk Lamong memiliki 25 unit truk berbahan bakar gas yang digunakan untuk distribusi peti kemas dari area transfer ke lapangan penumpukan maupun sebaliknya.



Sumber : cngaz

Gambar 4. 7 Sebuah Truk Berbahan Bakar Gas

4.3.6 Automotive Terminal Trailer (ATT)

Automotive Terminal Trailer adalah semacam truk yang berfungsi untuk mengangkat peti kemas dari kapal ke lapangan penumpukan maupun sebaliknya. Alat ini dilengkapi dengan mesin penggerak portabel dan wire guided navigation system sehingga dapat bergerak secara otomatis tanpa pengemudi dengan mengikuti garis kabel yang telah dipasang di sepanjang jalan.



Sumber : Enciety

Gambar 4. 8 Automotive Terminal Trailer di Terminal Teluk Lamong

4.3.7 Automated Stacking Crane (AST)

Automated Stacking Crane adalah crane yang beroperasi di lapangan penumpukan. Alat ini berfungsi sebagai pemindah peti kemas. Terminal Teluk Lamong memiliki 8 unit AST. Selain itu alat ini menggunakan tenaga listrik sehingga cukup ramah lingkungan. Terminal Teluk Lamong merupakan terminal pertama di Asia yang menggunakan Automated Stacking Crane.



Sumber : Konecranes

Gambar 4. 9 Automated Stacking Cranes di Terminal Teluk Lamong

4.3.8 Straddle Carrier

Alat ini berfungsi sebagai pengangkut peti kemas dari truk ke lapangan penumpukan di land site terminal area. Alat ini memiliki kecepatan 25 – 30 kilometer per jam dengan kemampuan stack 2 tier dengan kapasitas beban aman mencapai 50 ton. Saat ini Terminal Teluk Lamong memiliki 5 unit Straddle Carrier.



Sumber : konecranes

Gambar 4. 10 Straddle Carrier

4.3.9 Ship To Shore (STS)

Alat ini merupakan crane yang berada di dermaga domestik maupun internasional Terminal Teluk Lamong. Di dermaga internasional terdapat 2 unit STS dengan kapasitas 35 box per jam, sedangkan di dermaga domestik terdapat 3 unit STS dengan kapasitas 30 box per jam. Alat ini beroperasi menggunakan tenaga listrik. Alat ini dilengkapi dengan teknologi kontrol beban aktif yang meningkatkan kontrol operator saat meletakkan kontainer

pada sasis truk sehingga kontainer dapat terangkut diatas sasis truk tanpa khawatir kontainer terguling.



Sumber : Dokumentasi Penulis

Gambar 4. 11 Ship to Shore di Terminal Teluk Lamong

4.4 Fasilitas Pendukung

Terminal Teluk Lamong memiliki beberapa fasilitas pendukung yang cukup memadai diantaranya kantor yang berfungsi sebagai penerima segala macam bentuk informasi seperti surat dan informasi mengenai kegiatan bisnis Terminal Teluk Lamong. Fasilitas lain yang ada di Terminal Teluk Lamong antara lain adalah gerbang masuk, tempat ibadah, kantin, dan lahan parkir yang luas, serta fasilitas saluran pembuangan air yang baik.

4.5 Proyek Masa Depan

Terminal Teluk Lamong terus mengalami pembangunan hingga tahun 2030. Pembangunan tahap pertama telah selesai dengan luas mencapai 38,9 hektar. Kemudian dilanjutkan ke pembangunan tahap kedua yang selesai pada tahun 2016 dengan penambahan luas lapangan penumpukan menjadi 35,8 hektar.

Pengembangan fasilitas Terminal Teluk Lamong hingga tahap final pada 2030 bakal menyediakan fasilitas dan peralatan antara lain :

1. Perluasan dermaga peti kemas menjadi 2000 meter persegi.
2. Perluasan dermaga curah kering menjadi 500 meter persegi.
3. Perluasan lapangan penumpukan menjadi 90 hektar.

4. Pembangunan SPBG di dalam dan luar area Terminal Teluk Lamong.
5. Pembangunan fly over yang terkoneksi dengan jalan tol Romokalisari dan Surabaya West Road.
6. Pengembangan bisnis power plan.

Pengembangan ini tentunya perlu mendapat pengawasan dari pemerintah supaya target untuk menjadikan Terminal Teluk Lamong menjadi penghubung Indonesia Timur dan memperkuat Indonesia sebagai poros maritim dunia dapat menjadi kenyataan.

BAB 5 ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dalam perhitungan Tugas Akhir ini penulis menghitung biaya pengadaan (*Capital Cost*) yang harus dikeluarkan oleh pelabuhan beserta biaya pengoperasian aset (*Operating Cost*) dan biaya perawatan aset (*Maintenance Cost*) dari masing-masing transformator yang terpasang di pelabuhan. *Capital Cost* oleh pelabuhan antara lain adalah biaya pengadaan transformator, biaya pembelian kabel tegangan tinggi, biaya galian kabel setiap meter kubik, dan biaya ahli (engineer). Sedangkan biaya pengoperasian alat adalah biaya operator di darat dan dermaga, serta biaya listrik yang harus dibayarkan kepada produsen listrik yaitu Perusahaan Listrik Negara. Untuk biaya perawatan adalah biaya perawatan transformator yang meliputi biaya penggantian minyak penngin dan penggantian suku cadang yang rusak. Biaya pengoperasian dan biaya perawatan aset dihitung dalam satu tahun.

Untuk pemilik kapal atau perusahaan pelayaran, juga penulis melakukan perhitungan *Capital Cost*, *Operating Cost* dan *Maintenance Cost*. *Maintenance Cost* di kapal adalah biaya modifikasi kontainer yang akan digunakan untuk menerima listrik dari pelabuhan. Sedangkan *Operating Cost* antara lain adalah pajak emisi, biaya bahan bakar mesin bantu, dan biaya lubricating oil selama kapal bersandar di dermaga. Sementara itu *Maintenance Cost* adalah biaya perbaikan mesin bantu saat kapal bersandar di dermaga dan biaya perawatan kontainer modifikasi.

Untuk kapal dilakukan perbandingan kondisi saat menggunakan bahan bakar minyak dengan kondisi apabila menggunakan listrik dari pelabuhan.

5.1 Kebutuhan Listrik Setiap Range Kapal

5.1.1 Penggolongan Jenis dan Ukuran Kapal

Untuk mengetahui kebutuhan listrik setiap kapal, penulis terlebih dahulu menghitung jumlah kunjungan kapal dan tipe kapal yang berkunjung ke Terminal Teluk Lamong dan mencari besarnya tenaga yang dihasilkan oleh mesin bantu setiap kapal. Ada 86 kapal yang berkunjung ke Terminal Teluk Lamong pada tahun 2016, dengan rincian :

1. 47 kapal kontainer.
2. 39 kapal general cargo.

Dengan jumlah total kedatangan :

1. 231 kapal kontainer.
2. 253 kapal general cargo.

Sehingga terdapat 484 kunjungan kapal di Terminal Teluk Lamong pada tahun 2016.

Setelah itu dilakukan pengelompokan jenis kapal dan ukuran kapal menurut *Dead Weight Tonnage* (DWT). Untuk mengetahui berapa besarnya *Dead Weight Tonnage* untuk setiap kapal, dicari dengan menggunakan aplikasi BKI Register dan website dari internet. Setelah mengetahui besarnya *Dead Weight Tonnage* setiap kapal, penulis melakukan pengelompokan berdasarkan besarnya *Dead Weight Tonnage* dengan range sebagai berikut untuk kapal kontainer :

1. Kapal kontainer dengan $1000 \leq DWT \leq 2000$ ton.
2. Kapal kontainer dengan $2001 \leq DWT \leq 5000$ ton.
3. Kapal kontainer dengan $5001 \leq DWT \leq 10000$ ton.
4. Kapal kontainer dengan $10001 \leq DWT \leq 20000$ ton.
5. Kapal kontainer dengan $20001 \leq DWT \leq 40000$ ton.
6. Kapal kontainer dengan $40001 \leq DWT \leq 65000$ ton.

Sedangkan untuk kapal general cargo, dengan range sebagai berikut :

1. Kapal general cargo dengan $1000 \leq DWT \leq 2000$ ton.
2. Kapal general cargo dengan $2001 \leq DWT \leq 5000$ ton.
3. Kapal general cargo dengan $50001 \leq DWT \leq 10000$ ton.
4. Kapal general cargo dengan $10001 \leq DWT \leq 20000$ ton.

5.1.2 Jumlah Kunjungan Kapal Setiap Tahun

Data yang harus diketahui adalah jumlah kapal yang berkunjung setiap tahun dan frekuensi kedatangan setiap kapal dalam satu tahun. Kedua data tersebut dikalikan sehingga didapatkan jumlah kedatangan kapal setiap tahun di PT Terminal Teluk Lamong. Dalam hal ini, penulis melakukan survei untuk mengetahui data-data tersebut.

Tabel 5. 1 Contoh Data Kunjungan Kapal Desember 2016

NO	REF	AGEN	NAMA KAPAL	VOY	GT	SERVICE	ARRIVAL
1	ELEG013	MSP	ELEGANCE	34	2408	MSP-LOM	30/11/2016 16:12
2	BATA004	SPI	BALI TABANAN	2316	2997	SPI-BLC	02/12/2016 22:06
3	IND9032	PUL	INTAN DAYA 9	1972N	2998	PUL-PKU	02/12/2016 21:20
4	AYY1009	BHM	AYU 188	6e	1031	BHM-WET	03/12/2016 22:35
5	IND7004	PUL	INTAN DAYA 7	1706N	4437	PUL-PKU	05/12/2016 19:38
6	SPMA006	TMS	SPRING MAS	8816W	16705	TEMAS BLW	06/12/2016 5:22
7	BATA005	SPI	BALI TABANAN	2316A	2997	SPI-BLC	08/12/2016 11:06
8	ALTS051	ATR	ALFA TRANS SATU	262	1587	ATR-MLI	09/12/2016 7:08
9	MESE009	FMI	MERATUS SEMARANG	10	13066	FMI-AMA	08/12/2016 4:25
10	INDA005	PUL	INTAN DAYA 4	1851N	2992	PUL-PKU	11/12/2016 23:42

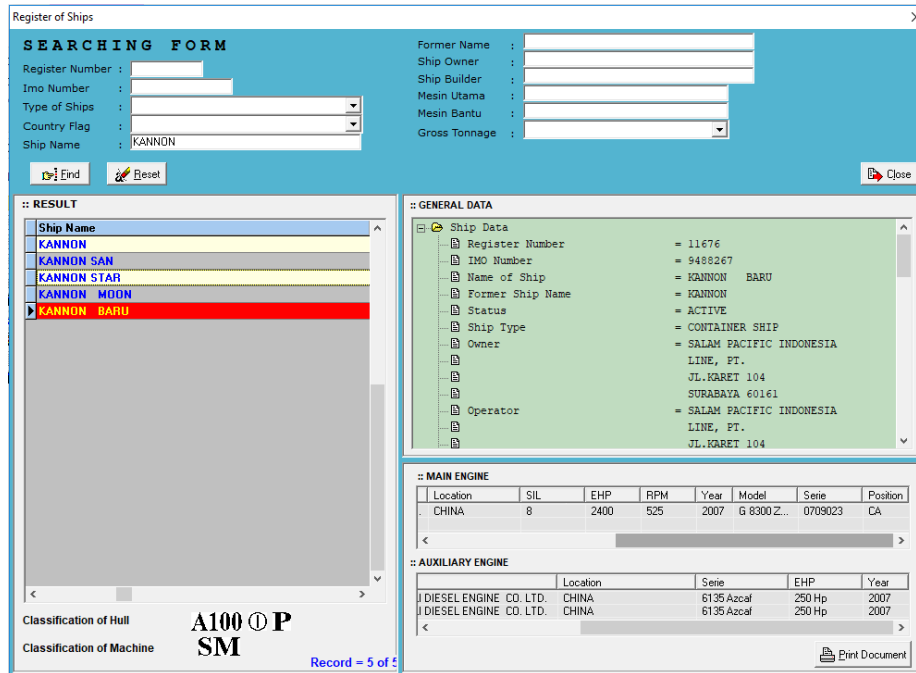
Penulis mengambil sampel data kunjungan kapal PT Terminal Teluk Lamong pada tahun 2016. Sampel kapal yang diambil yaitu kapal jenis kontainer dan general cargo. Total jumlah kunjungan kapal kontainer dan kapal general cargo dalam satu tahun dapat dilihat dalam tabel di bawah ini.

Tabel 5. 2 Jumlah Kapal Tahun 2016

Jenis Kapal	Ukuran	Jumlah Kapal (Unit)	Jumlah Kunjungan
Kontainer	$1000 \leq DWT \leq 2000$	1	1
	$2001 \leq DWT \leq 5000$	6	52
	$5001 \leq DWT \leq 10000$	13	62
	$10001 \leq DWT \leq 20000$	8	27
	$20001 \leq DWT \leq 40000$	12	77
	$40000 \leq DWT \leq 65000$	7	12
General Cargo	$1000 \leq DWT \leq 2000$	2	30
	$2001 \leq DWT \leq 5000$	15	116
	$5001 \leq DWT \leq 10000$	20	96
	$10001 \leq DWT \leq 20000$	2	11
TOTAL		86	484

5.1.3 Daya Mesin Bantu Kapal

Setelah mengetahui data kapal yang berkunjung, dilakukan pencarian data mengenai besarnya daya yang dapat dihasilkan oleh mesin bantu kapal dalam satuan horse power (HP). Pencarian tentang berapa besarnya daya mesin bantu dilakukan satu persatu dengan menggunakan aplikasi milik BKI Register atau dengan website yang ada di internet.



Gambar 5. 1 Aplikasi BKI Register

Setelah mengetahui daya mesin bantu setiap kapal dalam satuan horse power (HP), selanjutnya dirubah menjadi satuan kilowatt (KW) dengan persamaan sebagai berikut :

$$1 \text{ horsepower} = 0,7457 \text{ kilowatt} \quad (\text{Persamaan 5.1})$$

Tabel berikut ini merupakan contoh daya mesin bantu kapal kontainer dan general cargo yang berukuran $2001 \leq \text{DWT} \leq 5000$. Daya yang diketahui pertama – tama berupa satuan horsepower yang kemudian dirubah ke dalam satuan kilowatt untuk mempermudah perhitungan mengenai kebutuhan listrik (demand). Untuk data daya mesin bantu semua jenis dan ukuran kapal, dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 5. 3 Daya Mesin Bantu Kapal Kontainer 2001 ≤ DWT ≤ 5000

NO	NAMA	JENIS	GT (Ton)	DWT (Ton)	Payload	Mesin bantu	
						HP	kW
1	KANNON BARU	Container	2979	4201	315	250	186,43
2	AKHASIA	Container	2979	4468	335	360	268,45
3	MAGELLAN	Container	3018	4527	339	226	168,53
4	FORTUNE	Container	2979	4674	350	250	186,43
5	PAHALA	Container	2996	4680	350	180	134,23
6	DERAJAT	Container	2979	4174	312	250	186,43

Tabel 5. 4 Daya Mesin Bantu Kapal General Cargo 2001 ≤ DWT ≤ 5000

NO	NAMA	JENIS	GT (Ton)	DWT (Ton)	Payload	Mesin bantu	
						HP	kW
1	ELEGANCE	General Cargo	2408	3230	242	390	290,82
2	INTAN DAYA	General Cargo	1998	3255	244	102	76,06
3	INTAN DAYA 9	General Cargo	2998	3283	246	200	149,14
4	JAVELIN	General Cargo	2752	3324	248	181	134,97
5	NEW GLORY	General Cargo	2354	3410	256	320	238,62
6	ILLANNUR	General Cargo	2528	3442	257	320	238,62
7	AYA 3	General Cargo	2587	3920	293	300	223,71
8	INTAN DAYA 4	General Cargo	2992	4593	344	192	143,17
9	BEVERLY	General Cargo	3591	4707	353	488	363,90
10	BALI TABANAN	General Cargo	2997	4940	370	210	156,60
11	MENTARI CRYSTAL	General Cargo	2752	3328	249	163	121,55
12	MENTARI PERKASA	General Cargo	2752	3240	242	163	121,55
13	MENTARI SEJAHTERA	General Cargo	2524	2781	208	650	484,71
14	MENTARI SUCCESS	General Cargo	2790	2500	187	181	134,97
15	MULTI SPIRIT	General Cargo	2826	3180	238	255	190,15

5.1.4 Kebutuhan Listrik Kapal Setiap Tahun

Kebutuhan listrik pada setiap kapal dinyatakan dengan satuan kilowatt jam (kWh), yaitu seberapa besar daya listrik yang terpakai selama waktu tertentu. Sehingga persamaan yang digunakan adalah :

$$\text{kWh} = \text{kW} \times t \quad (\text{Persamaan 5.2})$$

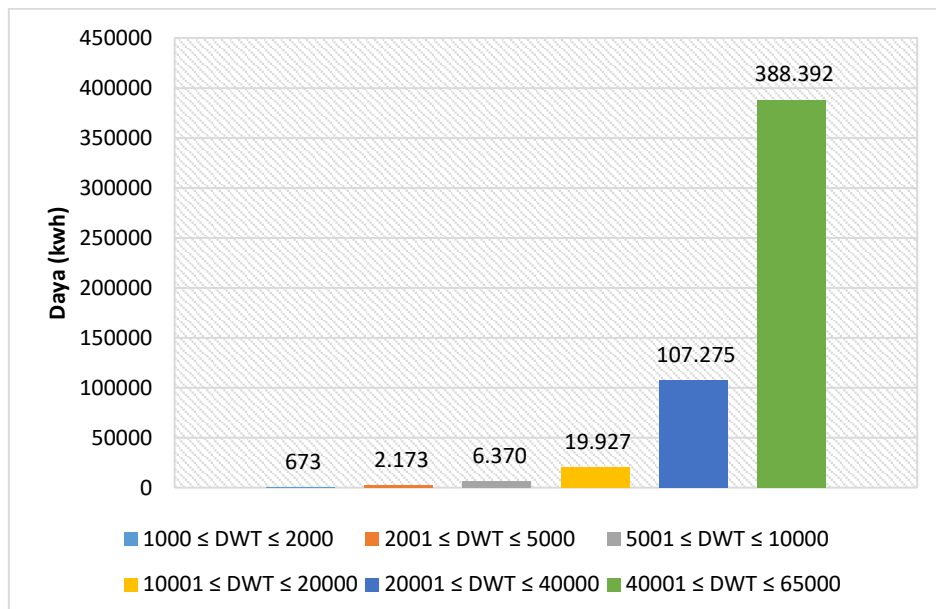
Dimana : kWh = kilowatt hour

kW = kilowatt

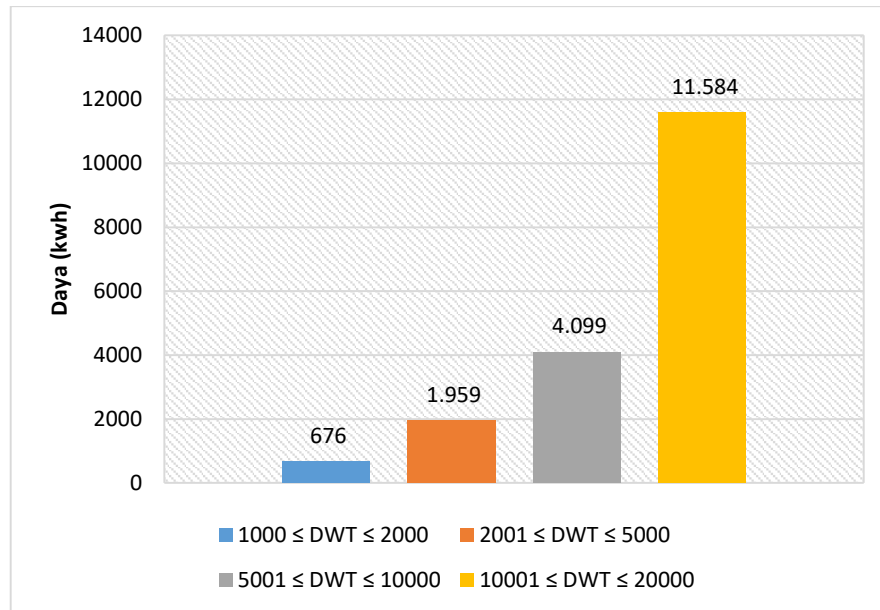
t = waktu (jam).

Dari besarnya kapasitas angkut kapal, kita dapat mengetahui kira-kira berapa lama kapal itu akan melakukan bongkar muat di dermaga. Dengan mengetahui berapa lama kapal itu bersandar di dermaga, kita dapat menghitung daya listrik yang dibutuhkan oleh kapal yang terpakai selama waktu tertentu. Lamanya waktu kapal bongkar muat di dermaga dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Berthing time} : \frac{\text{Payload}}{\text{Kecepatan bongkar muat}} + \text{idle time} \quad (\text{Persamaan 5.3})$$



Gambar 5. 2 Kebutuhan Listrik Kapal Kontainer Selama Bersandar



Gambar 5. 3 Kebutuhan Listrik Kapal *General Cargo* Selama Bersandar

Dari data diatas diketahui bahwa kebutuhan listrik kapal kontainer berukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ adalah sebesar 673 kWh, ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ adalah sebesar 2.173 kWh, ukuran $5001 \leq DWT \leq 10000$ adalah sebesar 6.370 kWh, ukuran $10001 \leq DWT \leq 20000$ adalah sebesar 19.927 kWh, ukuran $20001 \leq DWT \leq 40000$ adalah sebesar 107.275 kWh, dan ukuran $40001 \leq DWT \leq 65000$ adalah sebesar 388.392 kWh setiap tahun.

Sedangkan untuk kapal general cargo berukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ adalah sebesar 676 kWh, ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ adalah sebesar 1.959 kWh. Ukuran $5001 \leq DWT \leq 10000$ adalah sebesar 4.099 kWh, ukuran $10001 \leq DWT \leq 20000$ adalah sebesar 11.584 kWh setiap tahun.

Sehingga dapat dihitung berapa banyak daya listrik yang harus dipasok pelabuhan untuk memenuhi kebutuhan kapal dalam satu tahun, yaitu :

Total Daya Listrik/Tahun (kWh) =

$$\frac{(\text{Kebutuhan Listrik Kontainer per Tahun} + \text{Kebutuhan Listrik General Cargo per Tahun}) \times \text{Jumlah Total Kunjungan Kapal per Tahun}}{\text{Jumlah Total Kunjungan Kapal per Tahun}} \quad (\text{Persamaan 5.4})$$

Sehingga kebutuhan rata-rata listrik untuk kapal setiap tahun adalah sebesar 14.735.969 kWh setiap tahunnya.

5.2 Penentuan Jumlah Transformator Distribusi

Penentuan jumlah transformator distribusi yaitu berdasarkan jumlah maksimum daya yang dibutuhkan oleh semua kapal, sehingga hanya ada 1 *transformator* berukuran besar yang akan dipasang. Transformator distribusi bekerja dengan satuan Kilovolt Ampere (kVA). Untuk merubah satuan Kilowatt (kW) menjadi satuan Kilovolt Ampere (kVA) menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$S_{(kVA)} = \frac{P_{(kW)}}{PF} \quad (\text{Persamaan 5.5})$$

Dimana : S = Daya dalam kilovolt ampere

 P = Daya dalam kilowatt

 PF = *Power Factor*

Besarnya *Power Factor* adalah 0,85.

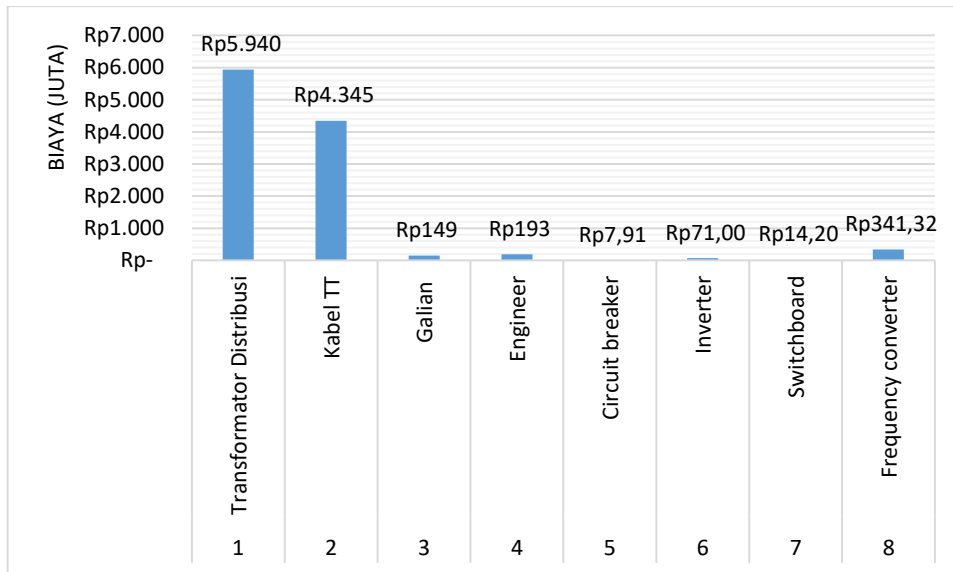
Sehingga dari perhitungan yang dilakukan, kapasitas *transformator* yang dipasang sebesar 12 MVA.

5.3 *Capital Cost*

Capital Cost atau biaya modal pada penelitian ini yaitu biaya modal pengadaan transformator distribusi di darat dan biaya modifikasi kontainer di kapal.

5.3.1 *Capital Cost Power Supply*

Capital Cost pelabuhan terdiri dari biaya pembelian transformator, *inverter*, *switchboard*, *circuit breaker*, biaya pembelian kabel tegangan tinggi, biaya galian, dan biaya engineer. Panjang kabel

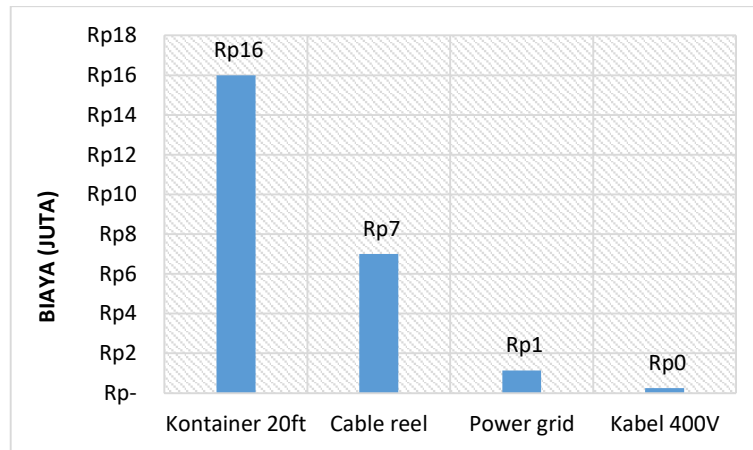


Gambar 5. 4 *Capital Cost* di Pelabuhan

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa total biaya pembelian kabel tegangan tinggi adalah Rp 4.345.200.000, harga *transformator* adalah Rp 5.940.000.000, harga kabel adalah Rp 4.345.000.000, harga *circuit breaker* adalah Rp 7.910.000, harga *inverter* adalah Rp 71.000.000, dan harga *switchboard* adalah Rp 14.200.000. Untuk biaya *engineer* adalah Rp 96.400.000, biaya *galian* kabel sebesar Rp 76.800.000, dan biaya pembelian *frequency converter* sebesar Rp 325.332.000. Untuk komponen – komponen biaya *engineer* dan spesifikasi alat dapat dilihat pada Lampiran.

5.3.2 *Capital Cost Receiver*

Kapal membutuhkan satu kontainer sebagai penerima listrik (*receiver*) dari pelabuhan. Satu kontainer dimodifikasi sedemikian rupa sebagai penerima dan pengubah tegangan listrik dari pelabuhan. Kontainer modifikasi tersebut berisi sebuah *power grid*, *cable reel*, dan kabel 400V.



Gambar 5. 5 *Capital Cost Receiver*

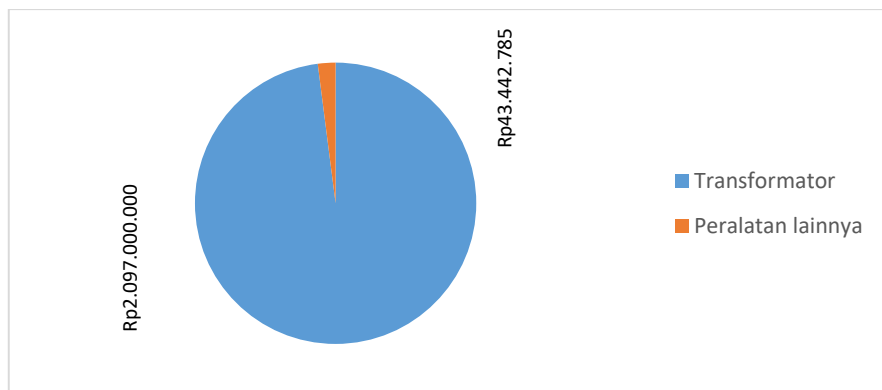
Dari grafik diatas diketahui bahwa harga 1 buah kontainer 20 feet adalah Rp 16.000.000, biaya pembelian cable reel adalah Rp 7.000.000, harga pembelian power grid adalah Rp 1.136.000, dan harga kabel 400 volt adalah Rp 248.500.

5.4 *Maintenance Cost*

Maintenance Cost atau biaya perawatan adalah biaya yang dikeluarkan untuk menjaga kondisi aset tetap dalam keadaan yang baik. Biaya perawatan pada penelitian ini adalah biaya perawatan transformator distribusi dan biaya perawatan receiver di kapal.

5.4.1 *Maintenance Cost Power Supply*

Maintenance Cost pada pelabuhan terdiri dari biaya penggantian minyak pendingin transformator dan biaya perawatan berkala misalnya penggantian suku cadang yang rusak. Minyak pendingin transformator diganti sebanyak 6 kali dalam satu tahun, sedangkan biaya perawatan berkala dilakukan sebanyak 6 kali dalam satu tahun dan biaya untuk setiap kali perawatan diasumsikan sebesar 5% dari harga beli transformator.



Gambar 5. 6 *Biaya Perawatan Power Supply*

Biaya perawatan *transformator* yaitu meliputi penggantian minyak pendingin sebanyak 6 kali dalam satu tahun dan biaya perawatan berkala diasumsikan sebesar 5% dari harga transformator dalam satu tahun. Sedangkan untuk biaya perawatan peralatan lainnya yaitu meliputi perawatan *circuit breaker, inverter, switchboard, dan frequency converter*, diasumsikan sebesar 10% dari jumlah pembelian alat. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa biaya perawatan *transformator* adalah sebesar Rp 2.097.000.000 per tahun dan biaya perawatan peralatan lainnya sebesar Rp 41.842.785 per tahun. Sehingga total biaya perawatan transformator adalah sebesar Rp 2.140.442.785 per tahun.

5.4.2 *Maintenance Cost Receiver*

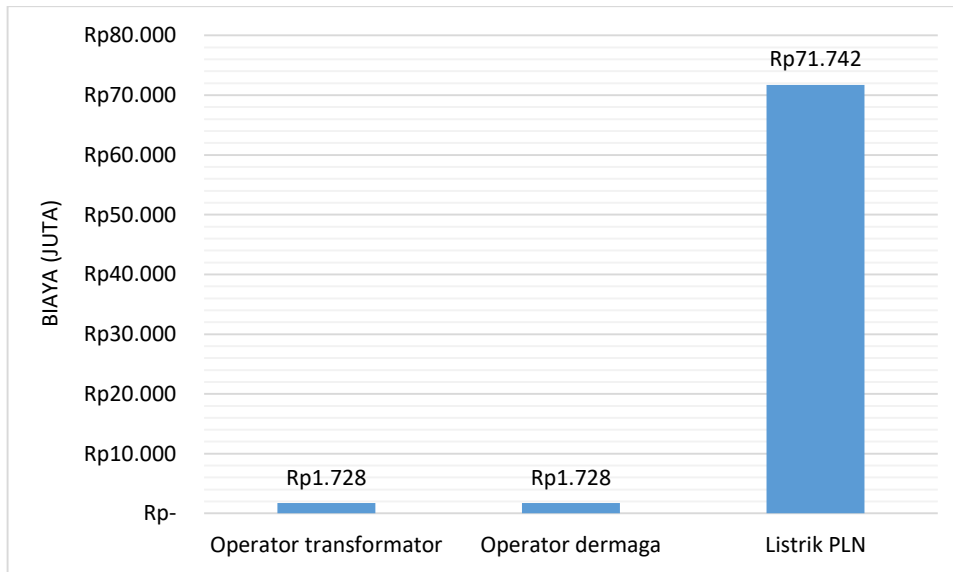
Maintenance Cost receiver pada kapal dilakukan sebanyak 3 kali setiap tahun. Besarnya yaitu diasumsikan 12% dari total harga receiver untuk setiap kali perawatan.

Tabel 5. 5 Biaya Perawatan *Receiver* Setiap Tahun

No	Rincian	Biaya	Satuan
1	Perawatan	Rp 2.926.140,00	/perawatan
		Rp 8.778.420,00	/tahun

5.5 *Operating Cost*

Operating Cost atau biaya pengoperasian *Shore Side Power Supply* yang ada di pelabuhan terdiri dari gaji operator dermaga, operator *transformator*, dan biaya listrik PLN. Operator *transformator* dan operator di dermaga bekerja selama 24 jam dalam satu hari yang dibagi menjadi 3 *shift* (jam kerja), masing – masing 8 jam dan setiap *shift* terdiri dari 6 orang operator dermaga dan 6 orang operator *transformator*. Total biaya operasional dihitung dalam satu tahun. Biaya listrik PLN merupakan tarif listrik industri per kWh dikalikan dengan demand listrik dalam satu tahun.



Gambar 5. 7 *Operating Cost* Pelabuhan per Tahun

Dari grafik diatas diketahui bahwa biaya operator transformator selama satu tahun sebesar Rp 1.728.000.000, biaya operator dermaga sebesar Rp 1.728.000.000, dan biaya listrik sebesar Rp 71.741.635.376.

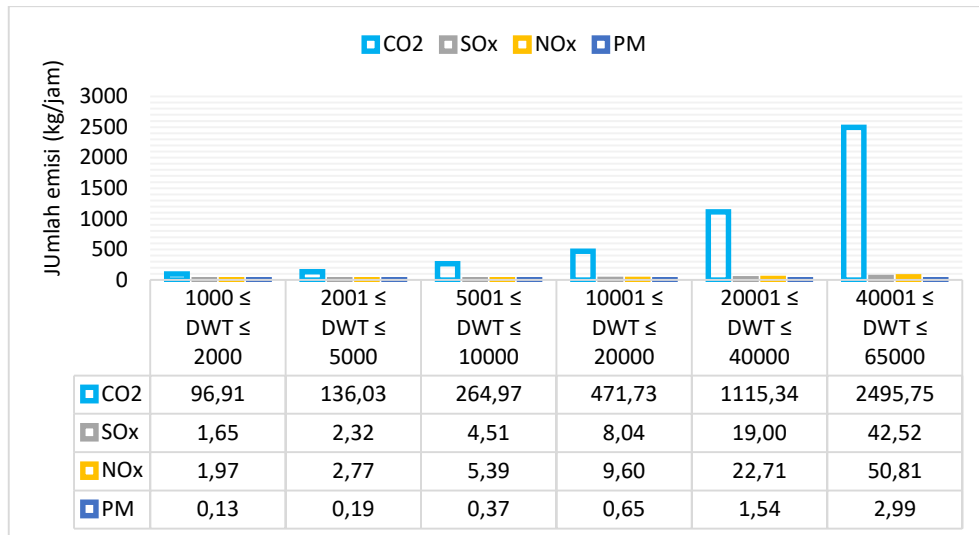
5.6 Biaya Eksplisit

5.4.1 Emisi

Emisi yang dihasilkan oleh mesin bantu dihitung dalam satuan kilogram per jam. Untuk menghitung emisi diperlukan data faktor emisi dan tarif emisi. Besarnya emisi yang dihasilkan setiap jam dihitung dengan :

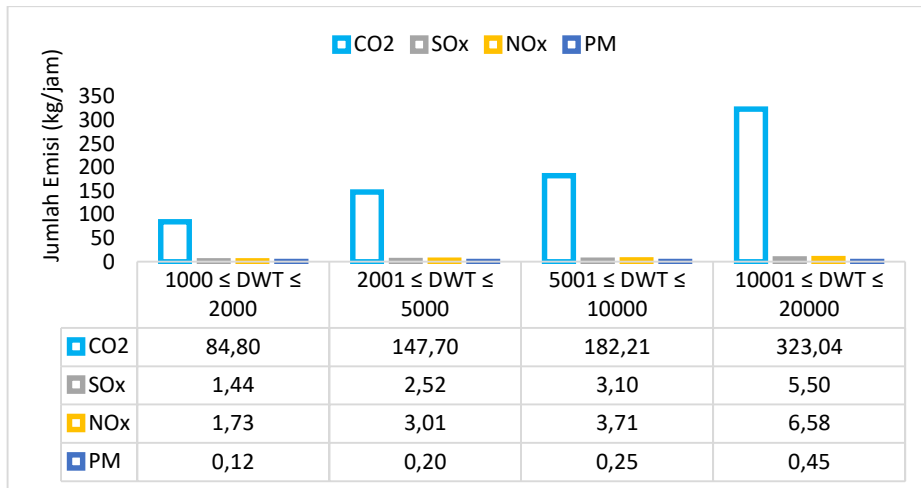
$$\text{Emisi (kg)/Jam} = \text{Daya AE (kW)} \times \text{Faktor Emisi} \quad (\text{Persamaan 5.6})$$

Setelah didapat berapa banyak emisi yang dihasilkan mesin bantu dalam satu jam, langkah selanjutnya adalah mengalikannya dengan tarif emisi setiap kilogram. Hasil perhitungan emisi setiap jam berdasarkan range kapal dapat dilihat dalam grafik seperti di bawah ini.



Gambar 5. 8 Emisi Mesin Bantu Kapal Kontainer per Jam

Dari grafik diatas diketahui bahwa kapal kontainer dengan ukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ menghasilkan 96,91 kilogram CO_2 setiap jam; 1,65 kilogram SO_x setiap jam; 1,97 kilogram NO_x setiap jam; dan 0,13 kilogram PM setiap jam. Untuk ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ menghasilkan 136,03 kilogram CO_2 setiap jam; 2,32 kilogram SO_x setiap jam; 2,77 kilogram NO_x setiap jam; dan 0,19 kilogram PM setiap jam. Untuk ukuran $5001 \leq DWT \leq 10000$ menghasilkan 264,97 kilogram CO_2 setiap jam; 4,51 kilogram SO_x setiap jam; 5,39 kilogram NO_x setiap jam; dan 0,37 kilogram PM setiap jam. Untuk ukuran $10001 \leq DWT \leq 20000$ menghasilkan 471,73 kilogram CO_2 setiap jam; 8,04 kilogram SO_x setiap jam; 9,60 kilogram NO_x setiap jam; dan 0,65 kilogram PM setiap jam. Untuk ukuran $20001 \leq DWT \leq 40000$ menghasilkan 1115,34 kilogram CO_2 setiap jam; 19 kilogram SO_x setiap jam; 22,71 kilogram NO_x setiap jam; dan 1,54 kilogram PM setiap jam. Untuk ukuran $40001 \leq DWT \leq 65000$ menghasilkan 2495,75 kilogram CO_2 setiap jam; 42,52 kilogram SO_x setiap jam; 50,81 kilogram NO_x setiap jam; dan 2,99 kilogram PM setiap jam.



Gambar 5. 9 Emisi Mesin Bantu Kapal General Cargo per Jam

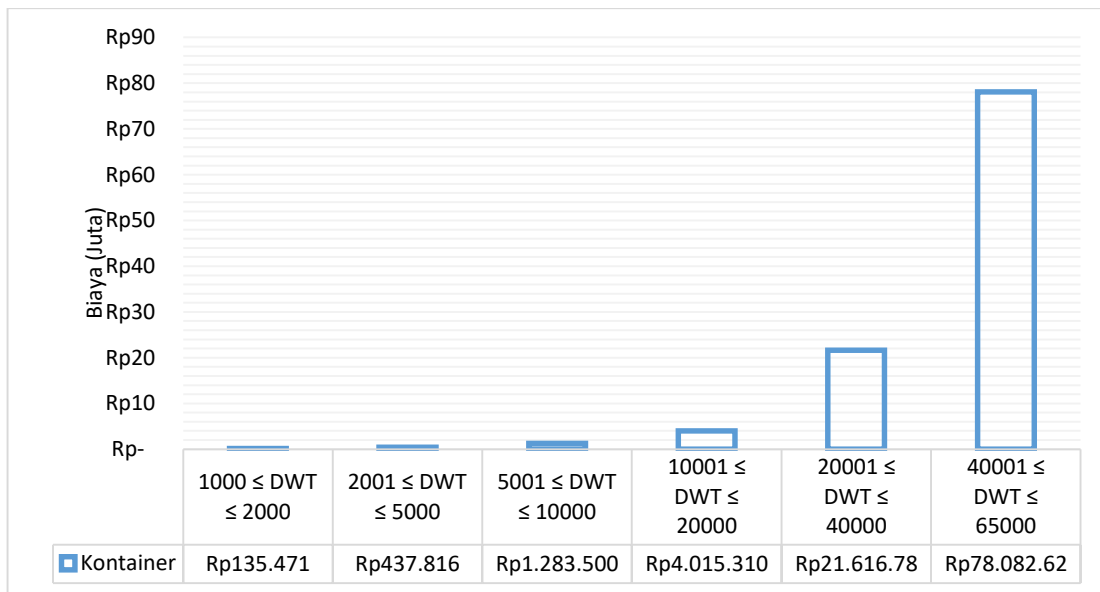
Dari grafik diatas diketahui bahwa kapal general cargo dengan ukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ menghasilkan 84,80 kilogram CO_2 setiap jam; 1,44 kilogram SO_x setiap jam; 1,73 kilogram NO_x setiap jam; dan 0,12 kilogram PM setiap jam. Untuk ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ menghasilkan 147,70 kilogram CO_2 setiap jam; 2,52 kilogram SO_x setiap jam; 3,01 kilogram NO_x setiap jam; dan 0,20 kilogram PM setiap jam. Untuk ukuran $5001 \leq DWT \leq 10000$ menghasilkan 182,21 kilogram CO_2 setiap jam; 3,10 kilogram SO_x setiap jam; 3,71 kilogram NO_x setiap jam; dan 0,25 kilogram PM setiap jam. Untuk ukuran $10001 \leq DWT \leq 20000$ menghasilkan 323,04 kilogram CO_2 setiap jam; 5,5 kilogram SO_x setiap jam; 6,58 kilogram NO_x setiap jam; dan 0,45 kilogram PM setiap jam.

5.4.2 Biaya Emisi

Biaya emisi dihitung selama kapal bersandar di dermaga. Pajak emisi yang dihitung meliputi pajak emisi Karbon Dioksida (CO_2), Nitrogen Oksida (NO_x), Sulfur Oksida (SO_x), dan Partikel Partikulat (PM). Untuk mengetahui besarnya pajak emisi yaitu dengan persamaan sebagai berikut :

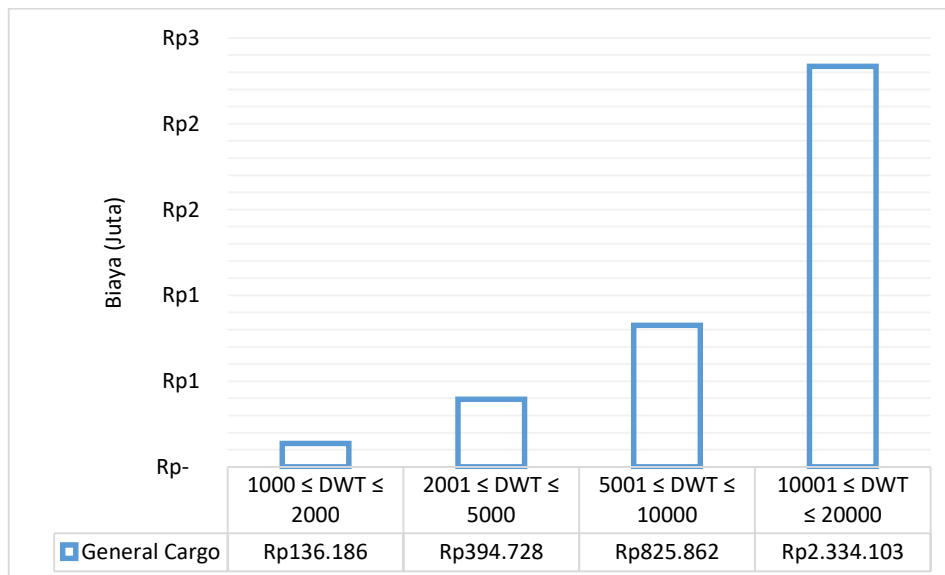
$$\text{Biaya Emisi (Rp/jam)} = \text{Jumlah Emisi (kg/jam)} \times \text{Pajak Emisi (Rp/kg)} \times \text{berthing time (jam)}$$

(Persamaan 5.7)



Gambar 5. 10 Total Biaya Emisi Kapal Kontainer Selama Bersandar

Dari grafik diatas diketahui bahwa biaya emisi kapal kontainer berukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ sebesar Rp 135.471. Ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ sebesar Rp 437.816. Ukuran $5001 \leq DWT \leq 10000$ sebesar 1.283.500. Ukuran $10001 \leq DWT \leq 20000$ sebesar Rp 4.015.310. Ukuran $20001 \leq DWT \leq 40000$ sebesar Rp 21.616.788. Ukuran $40001 \leq DWT \leq 65000$ sebesar Rp 78.082.628.

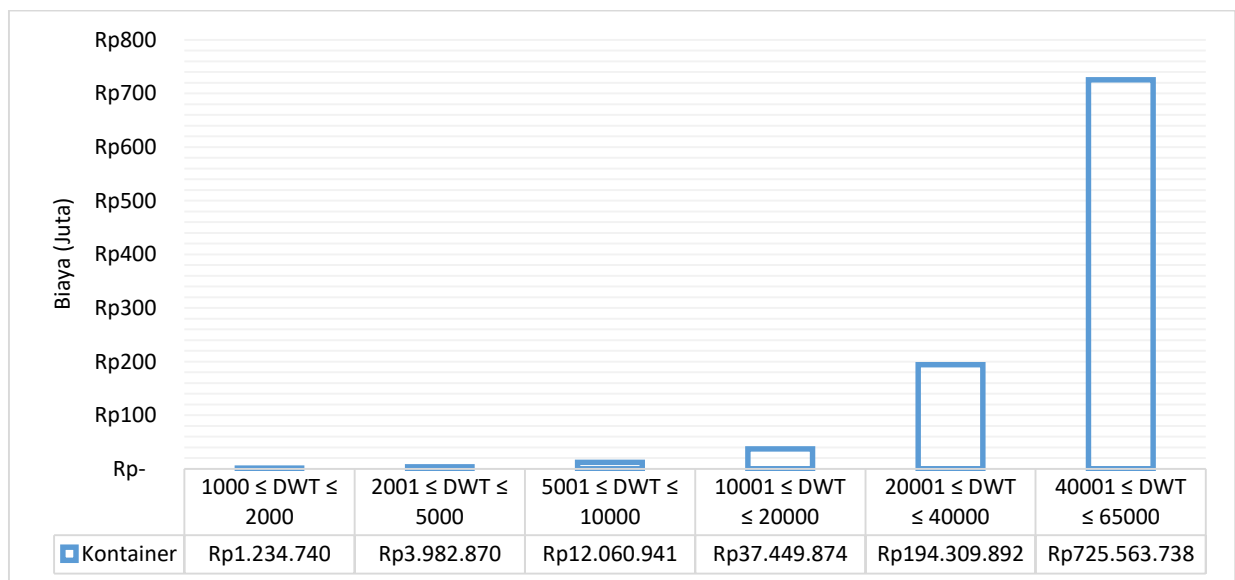


Gambar 5. 11 Total Biaya Emisi Kapal General Cargo Selama Bersandar

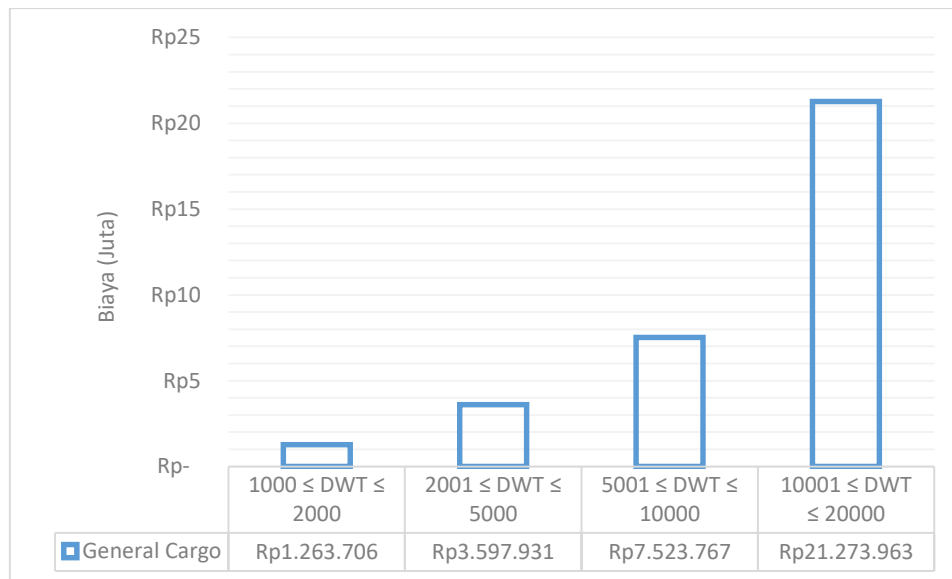
Dari grafik diatas diketahui bahwa besarnya biaya emisi kapal general cargo berukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ sebesar Rp 136.186. Ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ sebesar Rp 394.728. Ukuran $5001 \leq DWT \leq 10000$ sebesar Rp 825.862. Ukuran $10001 \leq DWT \leq 20000$ sebesar Rp 2.334.103.

5.4.3 Biaya Bahan Bakar Mesin Bantu

Yang dimaksud biaya bahan bakar adalah biaya bahan bakar mesin bantu yang tidak dikeluarkan karena penggunaan *Shore Side Power Supply* saat kapal bersandar di dermaga. Biaya tersebut dihitung dengan mengalikan banyaknya konsumsi bahan bakar mesin bantu saat kapal bersandar dengan harga MDO per liter yaitu Rp 7.877 per liter (update 29 Juni 2018). Biaya bahan bakar dihitung menurut jenis dan ukuran kapal.



Gambar 5. 12 Biaya Bahan Bakar Mesin Bantu Kapal Kontainer Selama Bersandar



Gambar 5. 13 Biaya Bahan Bakar Mesin Bantu Kapal General Cargo Selama Bersandar

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa untuk kapal kontainer dengan ukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ menghabiskan biaya MDO sebesar Rp 1.234.740; ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ sebesar Rp 3.982.870; ukuran $5001 \leq DWT \leq 10000$ sebesar 12.060.941; ukuran $10001 \leq DWT \leq 20000$ sebesar 37.449.874; ukuran $20001 \leq DWT \leq 40000$ sebesar 194.309.892; ukuran $40001 \leq DWT \leq 65000$ sebesar 725.563.738. Sedangkan untuk kapal general cargo ukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ menghabiskan biaya MDO sebesar Rp 1.263.706; ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ sebesar Rp 3.597.931; ukuran $5001 \leq DWT \leq 10000$ sebesar 7.523.767; ukuran $10001 \leq DWT \leq 20000$ sebesar 21.273.963.

5.4.4 Biaya *Lubricating Oil* Mesin Bantu

Yang dimaksud penghematan biaya *lubricating oil* adalah biaya minyak pelumas yang tidak dikeluarkan karena penggunaan *Shore Side Power Supply* saat kapal bersandar di dermaga. Banyaknya konsumsi pelumas dihitung dengan :

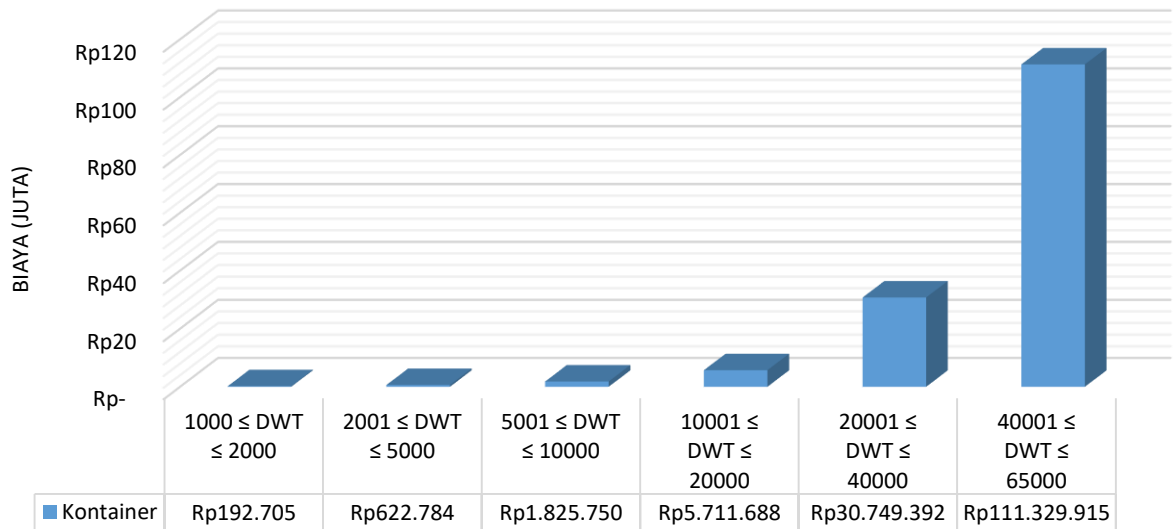
$$\text{Total Konsumsi (liter)} = \text{Daya AE (horse power)} \times \text{berthing time (jam)} \times \text{SLOC}$$

(Persamaan 5.8)

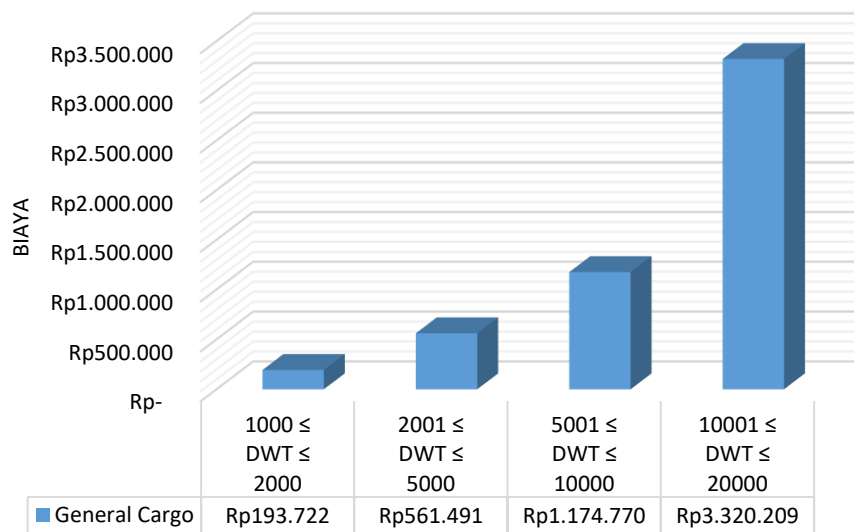
Dengan SLOC = 0,0095 liter/HP/jam.

(Sistem dan Permesinan Kapal, 2016)

Dari perhitungan didapatkan total konsumsi lubricating oil selama kapal bersandar sebagai berikut :



Gambar 5. 14 Biaya Pelumas Mesin Bantu Kapal Kontainer Selama Bersandar



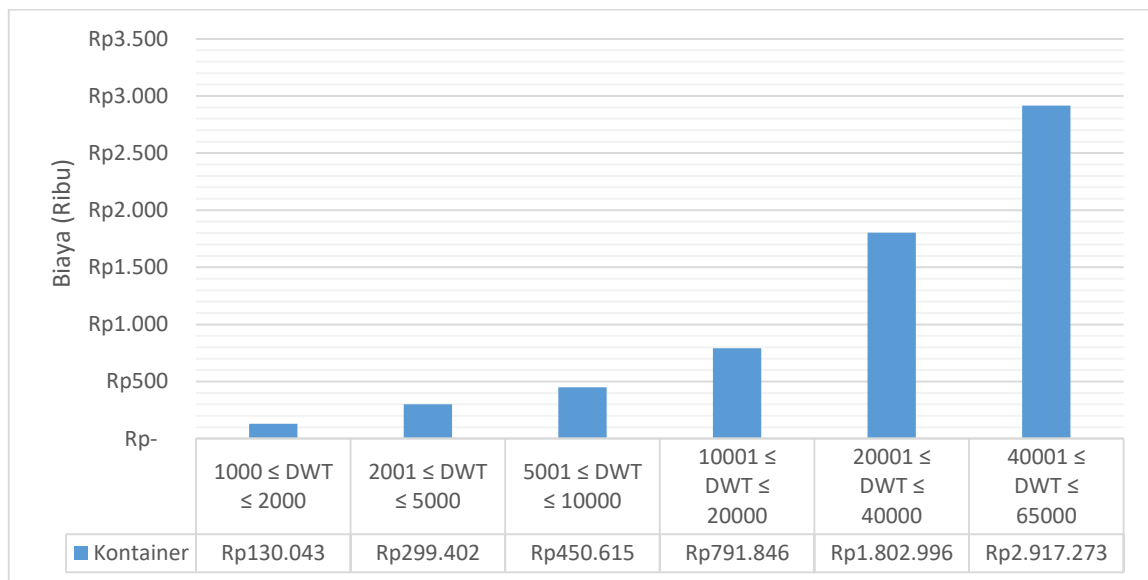
Gambar 5. 15 Biaya Pelumas Mesin Bantu Kapal General Cargo Selama Bersandar

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa untuk kapal kontainer dengan ukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ menghabiskan biaya lubricating oil sebesar Rp 192.705; ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ sebesar Rp 622.784; ukuran $5001 \leq DWT \leq 10000$ sebesar 1.825.750; ukuran $10001 \leq DWT \leq 20000$ sebesar 5.711.688; ukuran $20001 \leq DWT \leq 40000$ sebesar 30.749.392; ukuran $40001 \leq DWT \leq 65000$ sebesar 111.329.915. Sedangkan untuk kapal general cargo

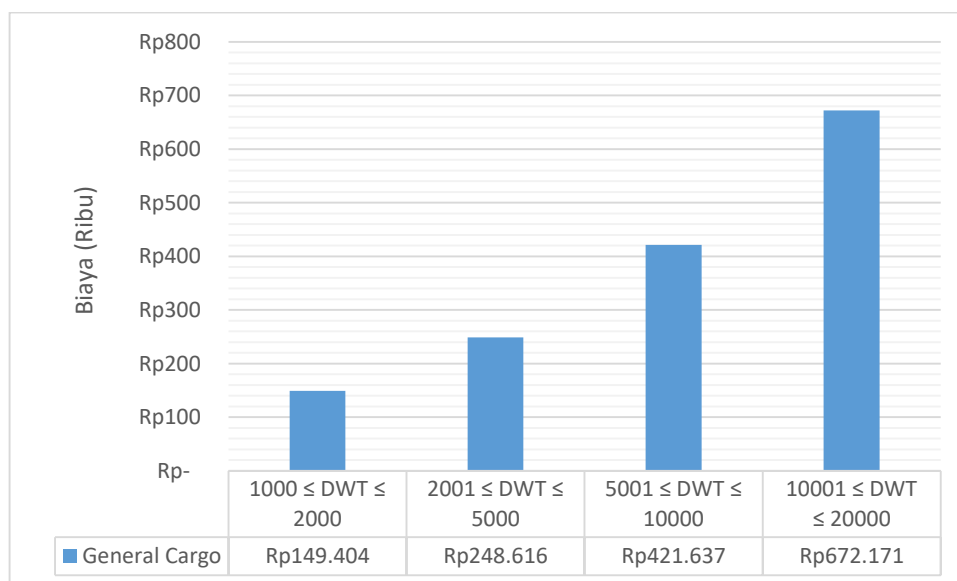
ukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ menghabiskan biaya MDO sebesar Rp 193.722; ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ sebesar Rp 561.491; ukuran $5001 \leq DWT \leq 10000$ sebesar 1.174.770; ukuran $10001 \leq DWT \leq 20000$ sebesar 3.320.209.

5.4.5 Biaya Perawatan Mesin Bantu

Besarnya biaya perawatan mesin bantu berbeda – beda menurut tipe langkah (2 tak atau 4 tak), merk mesin, dan usia mesin. Namun, secara umum biaya perawatan mesin bantu adalah sebesar € 1,6 per jam operasi (Jiven, 2004). Sehingga besarnya biaya perawatan mesin selama bersandar dapat dilihat dalam grafik dibawah ini (€ 1,6 = Rp 25.964).



Gambar 5. 16 Biaya Perawatan Mesin Bantu Kapal Kontainer Selama Bersandar



Gambar 5. 17 Biaya Perawatan Mesin Bantu Kapal *General Cargo* Selama Bersandar

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa biaya perawatan AE untuk kapal kontainer berukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ selama bersandar adalah sebesar Rp 130.043; ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ sebesar Rp 299.402; ukuran $5001 \leq DWT \leq 10000$ sebesar 450.615; ukuran $10001 \leq DWT \leq 20000$ sebesar 791.846; ukuran $20001 \leq DWT \leq 40000$ sebesar 1.802.996; ukuran $40001 \leq DWT \leq 65000$ sebesar 2.917.273. Sedangkan untuk kapal general cargo ukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ menghabiskan biaya MDO sebesar Rp 149.404; ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ sebesar Rp 248.616; ukuran $5001 \leq DWT \leq 10000$ sebesar 421.637; ukuran $10001 \leq DWT \leq 20000$ sebesar Rp 672.171.

5.7 Analisa Kelayakan Investasi

Analisa kelayakan investasi bertujuan untuk mengetahui prospek dari suatu proyek investasi yang mendasari keputusan diterima atau tidaknya investasi tersebut. Analisa kelayakan investasi dilakukan agar dapat menghindari penanaman modal atau proyek yang tidak menguntungkan. Dalam penelitian ini, terdapat 2 pihak yang melakukan investasi yaitu pihak pelabuhan dan pihak pemilik kapal.

5.7.1 Komponen Biaya *Power Supply*

Biaya yang dikeluarkan untuk investasi *Shore Side Power Supply* dapat dilakukan oleh pemerintah maupun oleh pelabuhan sendiri. Komponen biaya terdiri dari biaya pengadaan, biaya perawatan, dan biaya operasional. Tabel dibawah ini menunjukkan komponen biaya pengadaan *Shore Side Power Supply*.

Tabel 5. 6 Komponen Biaya Pengadaan *Power Supply*

No	Komponen Biaya	Jumlah	Harga Total
1	Transformator Distribusi	1	Rp 5.940.000.000
2	Kabel TT	6	Rp 4.345.200.000
3	Galian	1	Rp 148.800.000
4	Engineer	16	Rp 192.800.000
5	Circuit breaker	6	Rp 7.905.850,00
6	Inverter	1	Rp 71.000.000,00
7	Switchboard	1	Rp 14.200.000,00
8	Frequency converter + housing	1	Rp 341.322.000,00
9	Trafo Housing	1	Rp 218.370.714,29

Sedangkan biaya operasional *Shore side power supply* meliputi gaji operator transformator dan operator yang bertugas di dermaga, biaya listrik PLN, dan Pajak

Penerangan Jalan Umum. Tabel dibawah ini menunjukkan komponen biaya operasional dan biaya perawatan dalam satu tahun.

Tabel 5. 7 Komponen Biaya Operasional dan Perawatan *Power Supply*

No	Komponen Biaya	Jumlah	Harga Total
1	Listrik PLN	14 GW	Rp 14.687.929.741
2	PPJU	8%	Rp 1.175.034.379
3	Biaya perawatan	1	Rp 2.140.442.785
4	Operator transformator	6	Rp 1.728.000.000
5	Operator dermaga	6	Rp 1.728.000.000
6	Insurance	7%	Rp 789.571.899,50
TOTAL			Rp 21.459.406.905

5.7.2 Komponen Pendapatan *Power Supply*

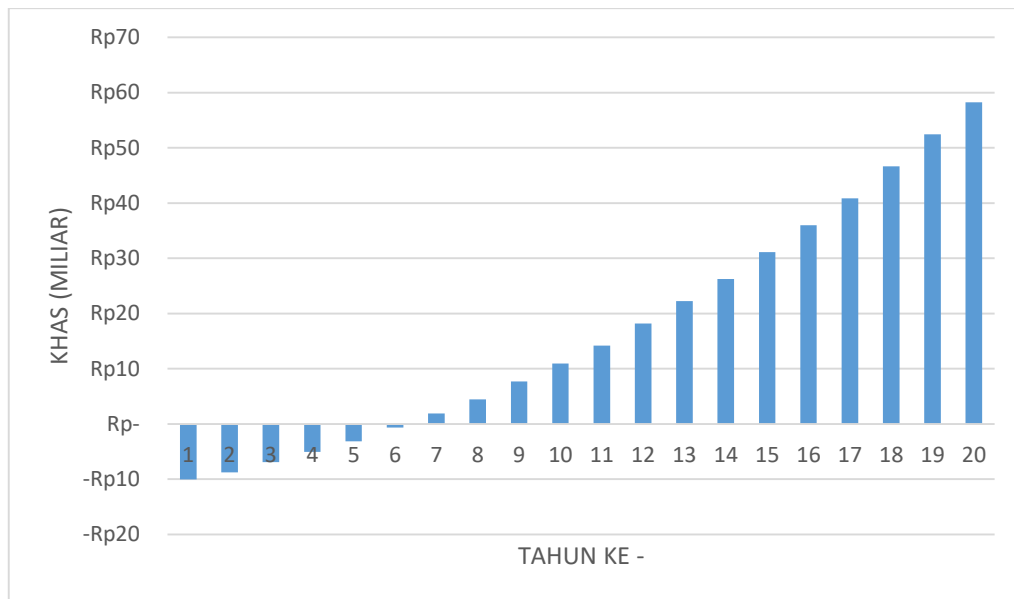
Komponen pendapatan pelabuhan dalam satu tahun didapat dari jumlah daya listrik yang bisa dijual selama satu tahun dalam satuan kilowatt. *Unit cost* didapatkan dari besarnya biaya yang dikeluarkan dalam satu tahun dibagi dengan jumlah total daya listrik yang diproduksi dalam satu tahun. sedangkan untuk tarif didapat dari besarnya *unit cost* ditambah dengan margin profit. Besarnya margin profit adalah 5 %. Jumlah pendapatan pelabuhan dalam satu tahun dapat dilihat dari tabel berikut ini.

Tabel 5. 8 Pendapatan Pelabuhan per Tahun

No	Rincian	Jumlah	Satuan
1	Total Produksi	14.735.969	kWh/tahun
2	Unit Cost	1548,11	/kWh
3	Profit	5%	/kWh
4	Tarif	Rp 1.626	/kWh
TOTAL		Rp 23.953.606.671	/tahun

5.7.3 Arus Kas Pelabuhan

Profit pelabuhan per tahun dapat diketahui dengan mengurangi pendapatan pelabuhan per tahun dengan komponen biaya pengadaan, biaya operasional, dan biaya perawatan *Shore Side Power Supply*. Dengan asumsi pajak pendapatan sebesar 25 %, peningkatan tarif sebesar 3 % setiap 3 tahun, peningkatan biaya operasional dan biaya operasional sebesar 3 % setiap 3 tahun, maka aliran kas pelabuhan dapat dilihat dari grafik dibawah ini.

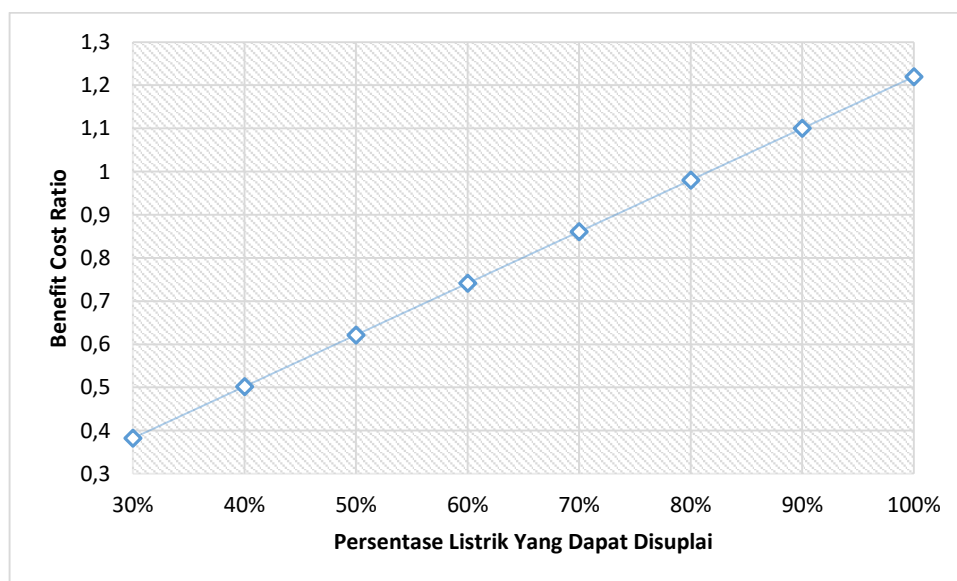


Gambar 5. 18 Arus Kas Pelabuan

Dari grafik diatas diketahui bahwa BEP (*Break Event Point*) terjadi pada tahun ke-7, hal ini menunjukkan bahwa investasi layak dilakukan. Aliran kas terus mengalami kenaikan setelah tahun ke – 7.

5.7.4 Analisis Sensitivitas Pelabuan

Analisis sensitivitas pelabuan dibuat untuk mengetahui BCR akibat dari perubahan – perubahan margin profit pelabuan terhadap perubahan kapasitas produksi listrik per tahun. Untuk analisis sensitivitas secara lengkap, dapat dilihat pada Lampiran.



Gambar 5. 19 Analisis Sensitivitas Pelabuan

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa penerapan *Shore Side Power Supply* layak bagi pelabuhan apabila persentase produksi listrik minimal sebesar 85 % per tahun.

5.7.5 Komponen Biaya Receiver

Biaya yang dikeluarkan untuk investasi receiver dilakukan oleh pemilik kapal maupun perusahaan pelayaran. Komponen biaya terdiri dari biaya pembelian kontainer, biaya pembelian power grid, dan biaya pembelian kabel, dan biaya pembelian cable reel. Sedangkan komponen biaya perawatan receiver dilakukan 3 kali dalam satu tahun dengan asumsi biaya setiap perawatan sebesar 12% dari harga total receiver. Komponen biaya dapat dilihat dalam tabel dibawah ini.

Tabel 5. 9 Komponen Biaya Pengadaan Receiver

No	Rincian	Jumlah	Total
1	Kontainer 20ft	1	Rp 16.000.000
2	Cable reel	1	Rp 7.000.000
3	Power grid	1	Rp 1.136.000
4	Kabel 400V	1	Rp 248.500
5	Perawatan	1	Rp 8.778.420

5.7.6 Komponen Pendapatan Tidak Langsung Kapal

Komponen pendapatan tidak langsung kapal meliputi penghematan biaya bahan bakar mesin bantu, penghematan biaya lubricating oil, pajak emisi, dan penghematan biaya perawatan. Besarnya berbeda-beda setiap jenis dan ukuran kapal.

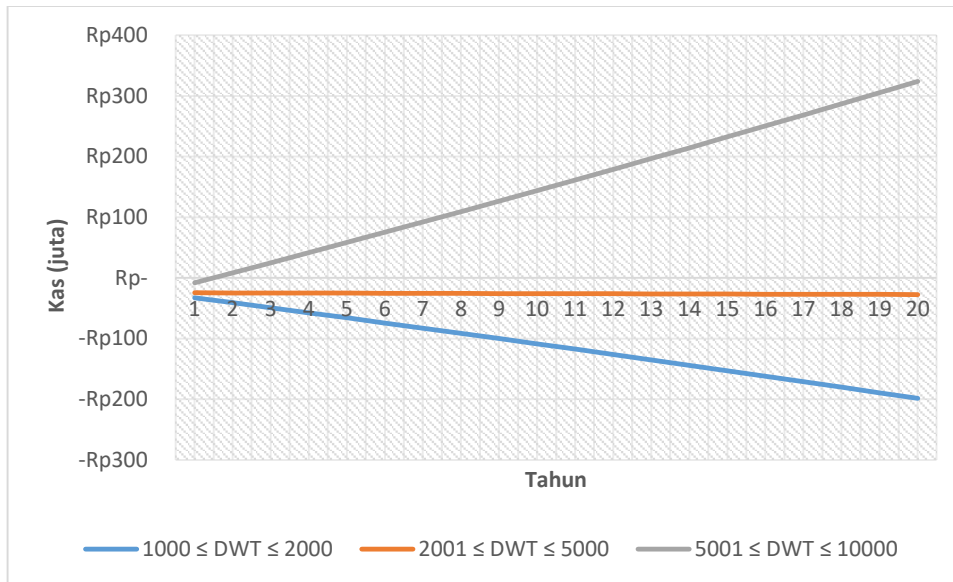
Tabel 5. 10 Contoh Pendapatan Tidak Langsung Kapal Kontainer $1000 \leq DWT \leq 2000$

No	Rincian	Jumlah
1	BBM	Rp 1.234.740
2	Lubricating oil	Rp 192.705
3	Pajak emisi	Rp 135.471
4	Maintenance	Rp 130.043

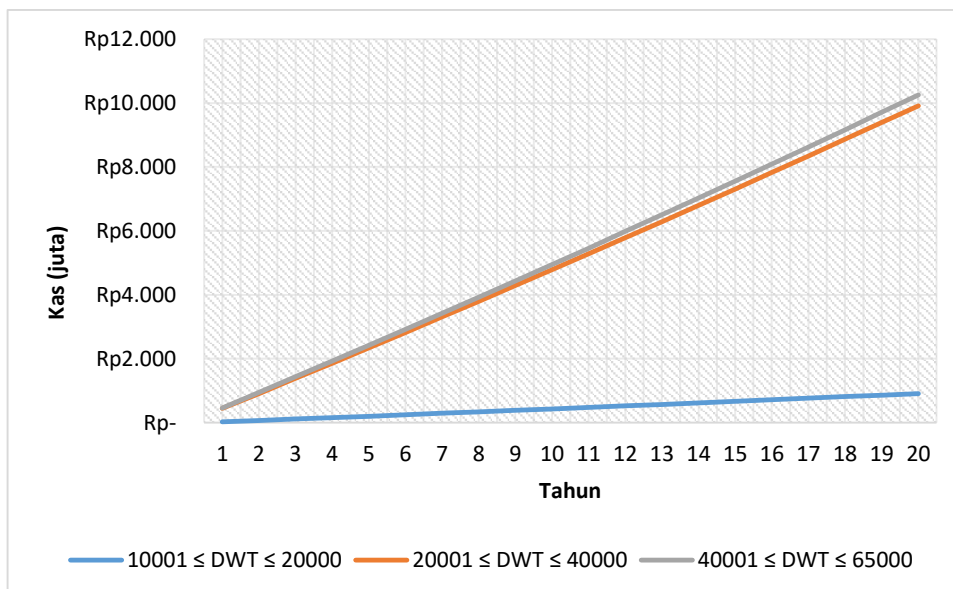
Komponen pendapatan tidak langsung kapal menurut jenis dan ukuran secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran.

5.7.7 Arus Kas Kapal Kontainer

Profit pemilik kapal per kedatangan dapat diketahui dengan mengurangkan pendapatan tidak langsung kapal per kedatangan dengan komponen biaya pengadaan receiver. Aliran kas setiap jenis dan ukuran kapal dapat dilihat dari grafik dibawah ini.



Gambar 5. 20 Arus Kas Kapal Kontainer $1000 \leq DWT \leq 10000$

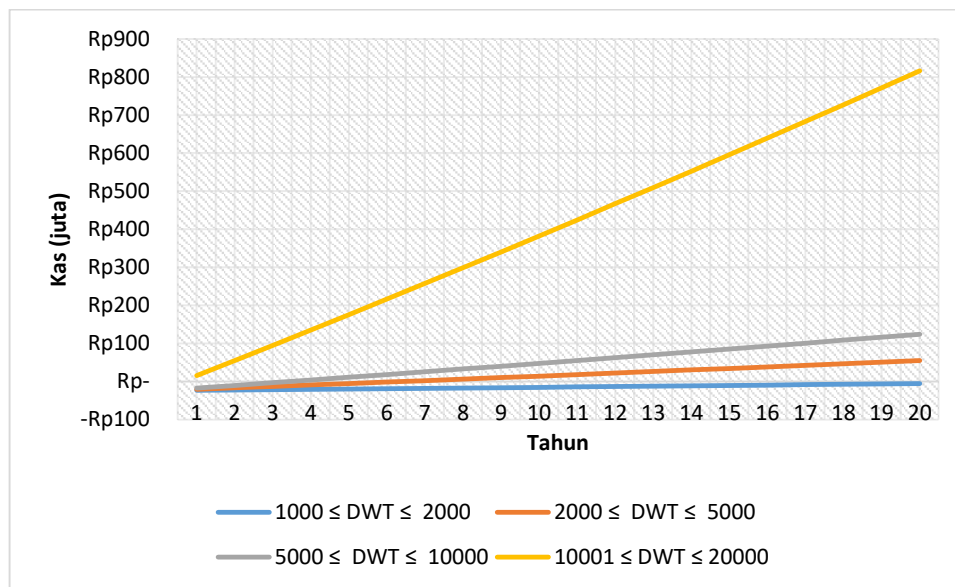


Gambar 5. 21 Arus Kas Kapal Kontainer $10001 \leq DWT \leq 65000$

Dari dua grafik diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa kapal kontainer dengan ukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ tidak layak untuk melakukan investasi; kapal kontainer ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ juga tidak layak melakukan investasi; kapal kontainer ukuran $5001 \leq DWT \leq 10000$ terjadi BEP (*Break Event Point*) pada tahun ke - 2; kapal kontainer ukuran $10001 \leq DWT \leq 20000$ pada tahun ke - 1; kapal kontainer ukuran $20001 \leq DWT \leq 40000$ pada tahun ke - 1; dan kapal kontainer ukuran $40001 \leq DWT \leq 65000$ pada tahun ke - 1.

5.7.8 Arus Kas Kapal General Cargo

Arus kas kapal general cargo dapat dilihat dari grafik dibawah ini

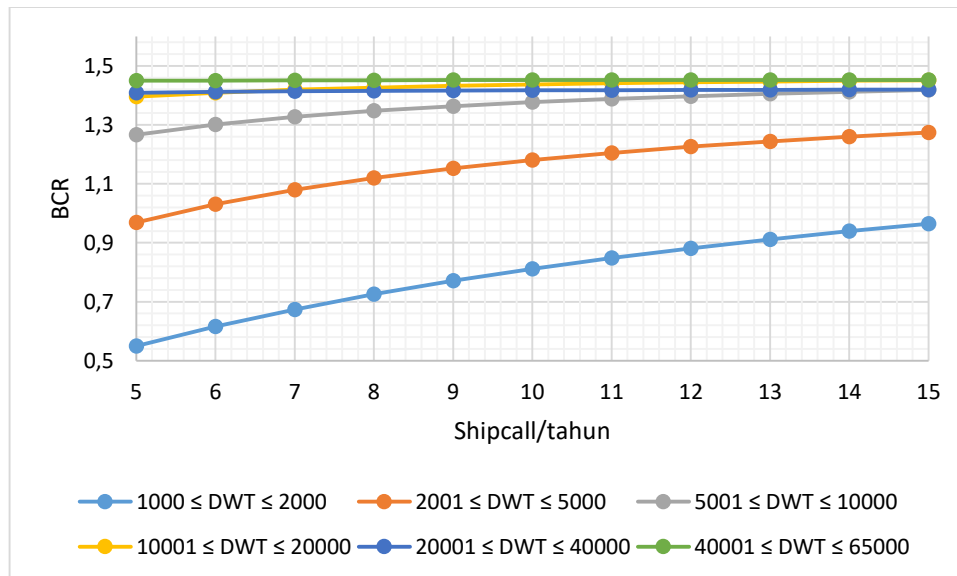


Gambar 5. 22 Arus Kas Kapal General Cargo

Dari beberapa grafik diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa kapal general cargo dengan ukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ tidak layak melakukan investasi; kapal general cargo ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ BEP (*Break Event Point*) pada tahun ke - 7; kapal general cargo ukuran $5001 \leq DWT \leq 10000$ pada tahun ke - 4; kapal general cargo ukuran $10001 \leq DWT \leq 20000$ pada tahun ke 1.

5.7.9 Analisis Sensitivitas Kapal Kontainer

Analisis sensitivitas dibuat untuk mengetahui akibat dari perubahan – perubahan margin profit terhadap perubahan frekuensi kedatangan kapal per tahun. Grafik analisis sensitivitas dibawah ini merupakan analisis sensitivitas profit terhadap *benefit cost ratio*. Grafik – grafik dibawah ini merupakan analisis sensitivitas kapal kontainer dan *general cargo* apabila kapal – kapal tersebut datang ke Terminal Teluk Lamong dengan *shipcall* per tahun yang bermacam – macam.

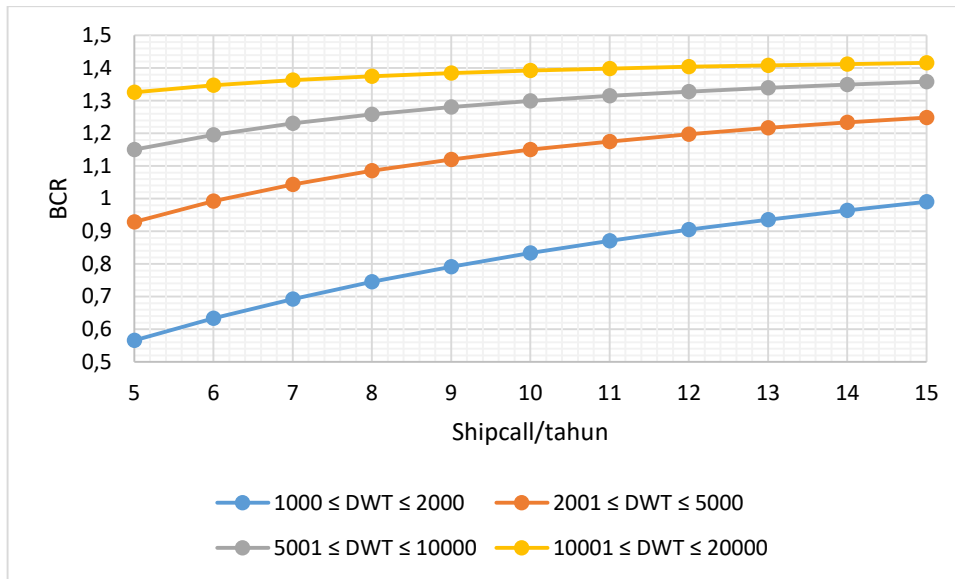


Gambar 5. 23 Analisis Sensitivitas Kapal Kontainer

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa untuk kapal kontainer dengan ukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ masih dikatakan tidak layak apabila *shipcall* per tahun kurang dari 15 kali dan untuk kapal ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ dikatakan layak apabila *shipcall* per tahun minimal sebanyak 8 kali. Untuk kapal kontainer dengan DWT diatas 5000 ton, masih menguntungkan apabila *shipcall* per tahun minimal 5 kali. Untuk analisis sensitivitas secara lengkap, dapat dilihat pada Lampiran.

5.7.10 Analisis Sensitivitas Kapal General Cargo

Analisis sensitivitas kapal general cargo ini memiliki parameter yang sama dengan analisis sensitivitas kapal kontainer. Hasil analisis sensitivitas kapal general cargo dapat dilihat dari grafik dibawah ini.

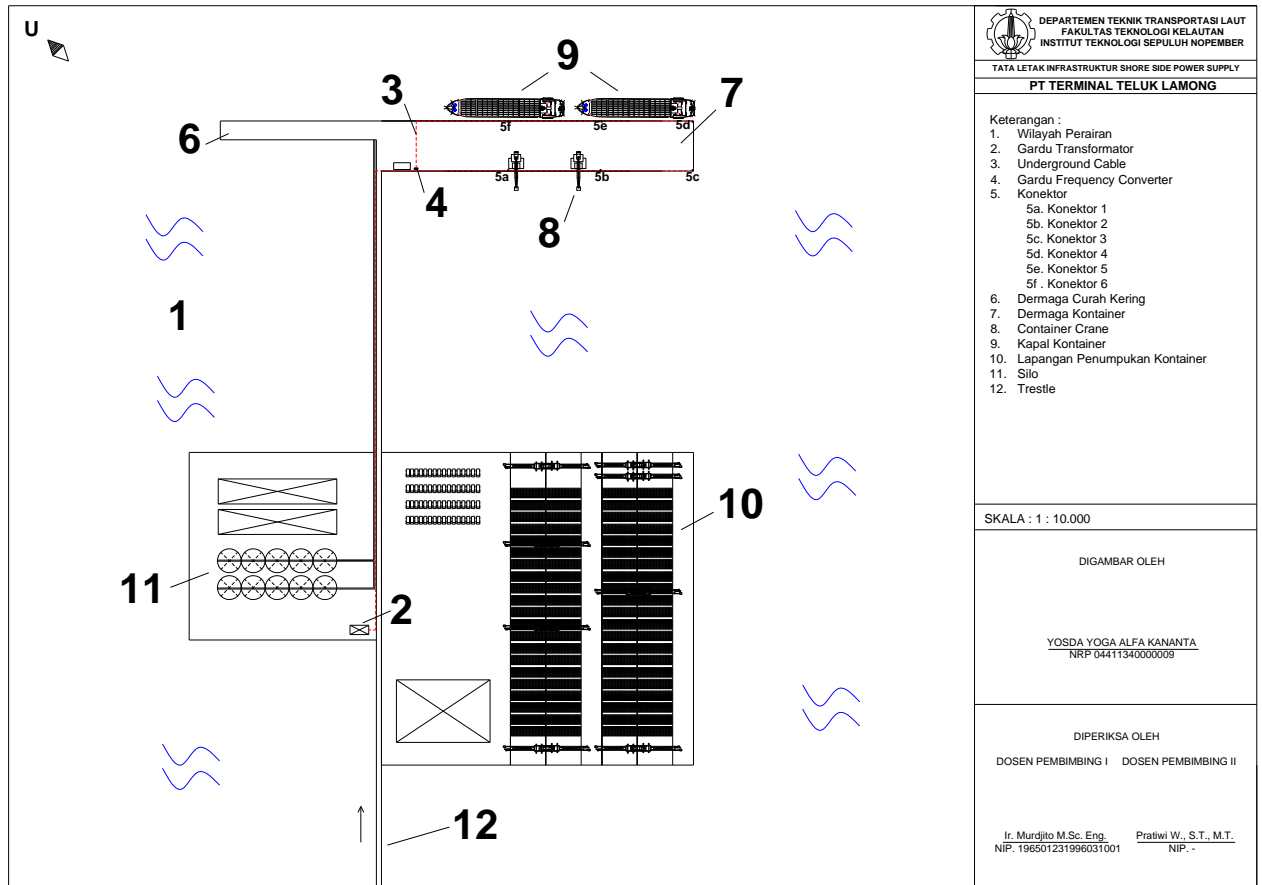


Gambar 5. 24 Analisis Sensitiitas Kapal *General Cargo*

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa kapal general cargo berukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ masih dikatakan tidak layak apabila *shipcall* per tahun kurang dari 15 kali dan untuk kapal ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ dikatakan layak apabila *shipcall* per tahun minimal sebanyak 7 kali. Untuk kapal general cargo dengan ukuran DWT diatas 5000 ton dengan *shipcall* per tahun sebanyak 5 kali masih layak melakukan investasi. Untuk analisis sensitivitas secara lengkap, dapat dilihat pada Lampiran.

5.8 Tata Letak Infrastruktur

Setelah melakukan perhitungan tentang biaya – biaya pengadaan *Shore Side Power Supply*, selanjutnya adalah membuat *layout* pelabuhan untuk mengetahui bagaimana peletakan sistem *Shore Side Power Supply* di PT Terminal Teluk Lamong. *Layout* dibuat dengan menggunakan aplikasi *AutoCAD*. Penempatan infrastruktur berdasarkan lokasi dan lahan kosong yang didapat dari survei di lapangan.



Gambar 5. 25 Tata Letak Infrastruktur *Shore Side Power Supply*

Gambar diatas menunjukkan tata letak infrastruktur *Shore Side Power Supply* di PT Terminal Teluk Lamong jika dilihat dari atas. Infrastruktur *Shore Side Power Supply* meliputi gardu transformator, *underground cable*, gardu *frequency converter*, dan konektor. *Layout* penataan infrastruktur dapat dilihat pada Lampiran.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah :

1. Kapal yang bersandar menggunakan mesin bantu untuk menjalankan pompa, *purifier, oil water separator*, jangkar, lampu penerangan, peralatan navigasi, dan lain sebagainya
2. Manfaat penggunaan *Shore Side Power Supply* bagi pihak pelabuhan adalah dapat mengurangi polusi udara di pelabuhan dan menambah pemasukan finansial pelabuhan dari jasa penyediaan *Shore Side Power Supply* untuk kapal kontainer dan kapal *general cargo*.
3. Manfaat penggunaan *Shore Side Power Supply* bagi kapal adalah dapat mengurangi biaya bahan bakar mesin bantu saat kapal bersandar di dermaga, mengurangi biaya pelumas mesin bantu, mengurangi biaya perawatan mesin bantu, dan mengurangi biaya emisi mesin bantu pada kapal.
4. Penggunaan *Shore Side Power Supply* dapat menghemat biaya operasional mesin bantu kapal kontainer dan *general cargo* saat bersandar sebanyak 27,5 % atau Rp 288.000.000,-.
5. Jumlah konektor *Shore Side Power Supply* yang terpasang di pelabuhan sebanyak 6 unit dengan kapasitas 175 KVA, 600 KVA, 720 KVA, 1,25 MVA, 3,2 MVA, dan 5 MVA.
6. Pada pihak pelabuhan diperoleh BEP (*Break Event Point*) pada tahun ke 7 dan BCR (*Benefit Cost Ratio*) sebesar 1,22.
7. Pada kapal kontainer dengan ukuran $1.000 \leq DWT \leq 2.000$ ton tidak terjadi BEP (*Break Event Point*) dan BCR (*Benefit Cost Ratio*) sebesar 0,15; kapal kontainer ukuran $2.001 \leq DWT \leq 5.000$ ton tidak terjadi BEP (*Break Event Point*) dan BCR (*Benefit Cost Ratio*) sebesar 0,95; kapal kontainer ukuran $5.001 \leq DWT \leq 10.000$ ton terjadi BEP (*Break Event Point*) pada tahun ke - 2 dan BCR (*Benefit Cost Ratio*) sebesar 1,26; kapal kontainer ukuran $10.001 \leq DWT \leq 20.000$ ton terjadi BEP (*Break Event Point*) pada tahun ke - 1 dan BCR (*Benefit Cost Ratio*) sebesar 1,36; kapal kontainer ukuran $20.001 \leq DWT \leq 40.000$ ton terjadi BEP (*Break Event Point*) pada tahun ke - 1 dan BCR (*Benefit Cost Ratio*) sebesar 1,41; dan

kapal kontainer ukuran $40.001 \leq DWT \leq 65.000$ ton terjadi BEP (*Break Event Point*) pada tahun ke – 1 dan BCR (*Benefit Cost Ratio*) sebesar 1,44.

8. Pada kapal general cargo dengan ukuran $1.000 \leq DWT \leq 2.000$ ton tidak terjadi BEP (*Break Event Point*) dan BCR (*Benefit Cost Ratio*) sebesar 0,99; kapal general cargo ukuran $2.001 \leq DWT \leq 5.000$ ton terjadi BEP (*Break Event Point*) pada tahun ke – 7 dan BCR (*Benefit Cost Ratio*) sebesar 1,08; kapal general cargo ukuran $5001 \leq DWT \leq 10.000$ ton terjadi BEP (*Break Event Point*) pada tahun ke – 4 dan BCR (*Benefit Cost Ratio*) sebesar 1,14; kapal general cargo ukuran $10.001 \leq DWT \leq 20.000$ ton terjadi BEP (*Break Event Point*) pada tahun ke – 1 dan BCR (*Benefit Cost Ratio*) sebesar 1,34.

6.2 Saran

Saran yang diberikan dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk kapal kontainer berukuran $1.000 \leq DWT \leq 2.000$ ton dan $2.001 \leq DWT \leq 5.000$ ton, serta kapal *general cargo* berukuran $1.000 \leq DWT \leq 2.000$ ton tidak dianjurkan untuk melakukan investasi apabila *shipcall* kurang dari 15 kali dalam setahun.
2. Untuk pelabuhan, penerapan *Shore Side Power Supply* tidak dianjurkan apabila persentase suplai listrik kurang dari 85 % dari total kebutuhan daya listrik kapal per tahun.
3. Diperlukan penelitian yang lebih lanjut untuk menerapkan *Shore Side Power Supply* di PT Terminal Teluk Lamong.

DAFTAR PUSTAKA

- Musyoka, M.D. 2013. Monetary and Ecological Cost-Benefit Analysis of Onshore Power Supply : A Case Study of The Port of Mombasa. Malmö (SWE): World Maritime University.
- Theodoros, PG. 2012. A Cold Ironing Study on Modern Ports, Implementation and Benefits Thriving for Worldwide Ports. Athens (GRC): National Technical University of Athens.
- P Ericsson, I Fazlagic. 2008. A Feasibility Study and A Technical Solution For An On-shore Electrical Infrastructure to Supply Vessels With Electric Power While in Port. Göteborg (SWE): Chalmers University of Technology.
- Fiadomor, Rihard. 2009. Assesment of Alternative Maritime Power (Cold Ironing) and Its Impact on Port Management and Operations. Malmö (SWE): World Maritime University.
- Yustiano, Oscar Yogi. 2014. Cost and Benefit Analysis of Shore Side Electricity in The Port of Tanjung Perak Indonesia. Malmö (SWE): World Maritime University.
- Tetra Tech Inc. 2007. Use of Shore Power for Ocean Going Vessels. Los Angeles (USA): APPA.
- Entec UK Limited. 2005. Service Contract on Ship Emission: Assignment, Abatement, and Market-based Instruments. Final Report. Dalam: European Commission Directorate General Environment.
- MariTerm AB. 2004. Shore-Side Electricity for Ships in Ports. Report. Dalam: Case Studies with Estimates of Internal and External Costs, Prepared for The North Sea Commission.
- Stemmann-Technik. 2016. Onshore Power Supply for Container Vessels. Brochure. Onshore Power Supply: Hal 3-6.
- Wuryaningrum, Pratiwi. 2014. Cost-Benefit Analysis Penerapan Short Sea Shipping di Pantura Jawa Dalam Rangka Pengurangan Beban Jalan. Teknik Perkapalan. Fakultas Teknologi Kelautan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

- Rizaldi, M Fahmi. 2018. Rancangan Konseptual Aplikasi Mobile Untuk Mendukung Angkutan Penumpang Wilayah Kepulauan : Studi Kasus Pulau Maratua. Departemen Teknik Transportasi Laut. Fakultas Teknologi Kelautan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Eelco den Boer, Maarten 't Hoen. 2016. Cost Benefit Calculation Tool Onshore Power Supply. Report. Dalam: Dutch Ministry of Infrastructure and Environment.
- Liping Jiang, Jacob Kronbak, LP Christensen. 2010. External Costs of Maritime Shipping: A Voyage-Based Methodology. Esbjerg (DNK): University of Southern Denmark.
- Huboyo, Haryono Setiyo, Pertiwi Andarani, Mochtar Hadiwidodo. 2018. Inventarisasi dan Sebaran Emisi Aktifitas Pelabuhan dengan Aermund View. Semarang. Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro.
- Samiaji, Tomi. 2011. Gas CO₂ di Wilayah Indonesia. Jakarta. LAPAN
- Electrical Edition. 2016. A Comparison of Overhead Line System, Underground Cable System. <http://www.electricaledition.com/2016/01/comparison-of-overhead-lines-underground-cables.html> (diakses 20 Februari 2018).
- Teknik Elektro. 2015. Faktor Daya Listrik. <http://belajar-tanpa-henti.blogspot.com> (diakses 10 April 2018).
- PT Terminal Terminal Teluk Lamong. 2018. Fasilitas dan Peralatan. <https://www.teluklamong.co.id> (diakses pada 28 Juni 2018).

LAMPIRAN

DAFTAR LAMPIRAN

Data Kunjungan Kapal Kontainer
Data Kunjungan Kapal *General Cargo*
Faktor Emisi dan Harga Emisi
Rata – Rata Jumlah Emisi (kg) dan Kebutuhan Listrik (kwh) Kapal Setiap Sandar
Pembagian Transformator Distribusi
Spesifikasi Transformator
Spesifikasi, Biaya Kabel, Galian, dan *Engineer*
Operating Cost dan Maintenance Cost Transformator
Circuit Breaker dan Inverter
Switchboard dan Frequency Converter
Biaya Receiver
Biaya Emisi Kapal
Biaya Bahan Bakar
Biaya Pelumas Mesin Bantu Selama Sandar
Biaya Perawatan Mesin Bantu Selama Sandar
Capital Cost Pada Pelabuhan
Maintenance Cost Pada Pelabuhan
Operating Cost Pada Pelabuhan
Capital Cost Pada Kapal (Receiver)
Maintenance Cost Receiver
Perbandingan Unit Cost Jika Menggunakan Mesin Bantu dan *Power Supply*
Analisis Kelayakan Pelabuhan
Analisis Kelayakan Kapal Kontainer
Analisis Kelayakan Kapal *General Cargo*
Analisis Sensitivitas Pelabuhan

Analisis Sensitivitas Kapal Kontainer

Analisis Sensitivitas Kapal *General Cargo*

Data Kunjungan Kapal Kontainer

NO	NAMA	JENIS	GT (Ton)	DWT (Ton)	AE		Shipcall/tahun	Jumlah
					HP	kW		
1	ALKEN PESONA	Container	1454	1405	180	134,23	1	1
2	DERAJAT	Container	2979	4174	250	186,43	2	52
3	KANNON BARU	Container	2979	4201	250	186,43	5	
4	AKHASIA	Container	2979	4468	360	268,45	3	
5	MAGELLAN	Container	3018	4527	226	168,53	28	
6	FORTUNE	Container	2979	4674	250	186,43	5	
7	PAHALA	Container	2996	4680	180	134,23	9	
8	BALI SANUR	Container	2997	5180	212	158,09	1	62
9	BAHAR MAS	Container	4604	5300	475	354,21	1	
10	CURUG MAS	Container	4604	5879	249	185,68	5	
11	KISIK MAS	Container	4604	5888	405	302,01	2	
12	RELIANCE	Container	4489	6006	500	372,85	17	
13	KEDUNG MAS	Container	5524	6930	560	417,59	1	
14	ARMADA SEGARA	Container	5320	7800	360	268,45	1	
15	MERATUS AMBON	Container	7197	8122	573	427,29	2	
16	KOTA DAHLIA	Container	6245	8150	573	427,29	8	
17	KOTA DAMAI	Container	6245	8150	573	427,29	20	
18	BELIK MAS	Container	6640	8180	810	604,02	2	
19	ARMADA SEJATI	Container	6092	8528	660	492,16	1	
20	PULAU LAYANG	Container	6285	9137	448	334,07	1	
21	HJAU SEJUK	Container	8203	10548	470	350,48	1	
22	UMBUL MAS	Container	9279	12470	810	604,02	12	
23	ARMADA PAPUA	Container	9606	12575	1132	843,95	1	
24	MARINA STAR 1	Container	10012	13089	544	405,66	8	
25	DOLPHIN STRAIT	Container	9966	13858	660	492,16	1	
26	AMAZON	Container	12129	14100	710	529,45	2	
27	LUZON	Container	12029	14600	1314	979,85	1	77
28	SINAR SOLO	Container	12531	15218	1370	1021,33	1	
29	MELL SOLOMON	Container	18326	23294	2096	1563,33	6	
30	HANSA SALZBURG	Container	18358	23301	2097	1563,80	2	
31	WELLINGTON STRAIT	Container	18358	23367	2103	1568,23	1	
32	WILLIAM STRAIT	Container	18485	23707	2134	1591,05	8	
33	KOTA NABIL	Container	20902	25985	2339	1743,93	1	
34	KOTA NASRAT	Container	20902	25985	2339	1743,93	8	
35	NORTHERN VOLITION	Container	27437	37874	3409	2541,84	13	
36	CAPE MAHON	Container	28007	37901	550	410,14	3	
37	LARENTIA	Container	27915	38121	3431	2558,41	9	
38	CIMBRIA	Container	27779	39358	3542	2641,43	9	
39	TASANEE	Container	27779	39418	160	119,31	4	
40	CARPATHIA	Container	28596	39443	660	492,16	13	
41	MONI RICKMERS	Container	36483	42806	3853	2872,84	1	
42	BOMAR FULGENT	Container	36483	42930	3864	2881,16	1	
43	HONGKONG BRIDGE	Container	39941	50954	4586	3419,68	2	
44	MALIAKOS	Container	41391	51310	4618	3443,57	2	
45	PATRAIKOS	Container	41391	51532	4638	3458,47	3	
46	TOMMI RITSCHER	Container	48338	58000	5220	3892,55	1	
47	HYUNDAI PLATINUM	Container	52467	63010	5671	4228,79	2	

Data Kunjungan Kapal *General Cargo*

NO	NAMA	JENIS	GT (Ton)	DWT (Ton)	Auxiliary Engine		Shipcall/tahun
					HP	kW	
1	ALKEN PARAMA	General Cargo	1443	1578	115	85,76	4
2	ALFA TRANS SATU	General Cargo	1587	1933	200	149,14	26
3	MENTARI SUCCESS	General Cargo	2790	2500	181	134,97	6
4	MENTARI SEJAHTERA	General Cargo	2524	2781	650	484,71	7
5	MULTI SPIRIT	General Cargo	2826	3180	255	190,15	3
6	ELEGANCE	General Cargo	2408	3230	390	290,82	12
7	MENTARI PERKASA	General Cargo	2752	3240	163	121,55	6
8	INTAN DAYA	General Cargo	1998	3255	102	76,06	16
9	INTAN DAYA 9	General Cargo	2998	3283	200	149,14	17
10	JAVELIN	General Cargo	2752	3324	181	134,97	6
11	MENTARI CRYSTAL	General Cargo	2752	3328	163	121,55	8
12	NEW GLORY	General Cargo	2354	3410	320	238,62	16
13	ILLANNUR	General Cargo	2528	3442	320	238,62	1
14	AYA 3	General Cargo	2587	3920	300	223,71	10
15	INTAN DAYA 4	General Cargo	2992	4593	192	143,17	3
16	BEVERLY	General Cargo	3591	4707	488	363,90	1
17	BALI TABANAN	General Cargo	2997	4940	210	156,60	4
18	GUHI MAS	General Cargo	3127	5200	196	146,16	6
19	LAGUN MAS	General Cargo	2997	5200	196	146,16	1
20	BALI AYU	General Cargo	2999	5253	473	352,54	1
21	FREEDOM	General Cargo	4303	5314	140	104,40	1
22	RED ROCK	General Cargo	4447	5350	517	385,53	3
23	NEW LIGHT	General Cargo	3810	5392	240	178,97	2
24	ISA CLARITY	General Cargo	4469	5935	300	223,71	14
25	MERATUS ULTIMA 1	General Cargo	4883	6013	600	447,42	4
26	RED RESOURCE	General Cargo	4489	6016	530	395,22	15
27	RED ROVER	General Cargo	4559	6375	225	167,78	8
28	CAKRA KEMBAR SATU	General Cargo	3922	6457	300	223,71	1
29	MERATUS DILI	General Cargo	5553	6853	300	223,71	14
30	INTAN DAYA 7	General Cargo	4437	7359	435	324,38	3
31	MERATUS KENDARI 1	General Cargo	5684	7416	435	324,38	2
32	MERATUS PEKANBARU	General Cargo	5316	7691	360	268,45	2
33	KALI MAS	General Cargo	6603	8100	341	254,28	3
34	MARE MAS	General Cargo	6603	8100	319	237,88	1
35	INTAN DAYA 10	General Cargo	5910	8135	341	254,28	7
36	KANAL MAS	General Cargo	6640	8180	341	254,28	1
37	KUALA MAS	General Cargo	6007	8700	180	134,23	7
38	FLORES SEA	General Cargo	8472	11142	600	447,42	3
39	SAWU SEA	General Cargo	8472	11172	600	447,42	8

Faktor Emisi dan Harga Emisi

Jenis Emisi	Nilai	Satuan
CO2	0,722	kg/kwh
SOx	0,0123	kg/kwh
NOx	0,0147	kg/kwh
PM	0,001	kg/kwh
CH4	-	kg/kwh

Jenis Emisi	Harga	Satuan
CO2	Rp 227,00	/kg
SOx	Rp 2.347,00	/kg
NOx	Rp 357,00	/kg
PM	Rp 3.500,00	/kg

Rata – Rata Jumlah Emisi (kg) dan Kebutuhan Listrik (kwh) Kapal Setiap Sandar

KONTAINER	Range Kapal	CO2	SOx	NOx	PM	KWh
	1000 ≤ DWT ≤ 2000	485,39	8,27	9,88	0,67	673
	2001 ≤ DWT ≤ 5000	1568,67	26,72	31,94	2,17	2.173
	5001 ≤ DWT ≤ 10000	4598,71	78,34	93,63	6,37	6.370
	10001 ≤ DWT ≤ 20000	14386,65	245,09	292,91	19,93	19.927
	20001 ≤ DWT ≤ 40000	77451,84	1319,47	1576,93	107,27	107.275
	40001 ≤ DWT ≤ 65000	280418,78	4777,22	5709,36	336,34	388.392

GC	Range Kapal	CO2	SOx	NOx	PM	KWh
	1000 ≤ DWT ≤ 2000	487,95	8,31	9,93	0,68	676
	2001 ≤ DWT ≤ 5000	1414,29	24,09	28,80	1,96	1.959
	5001 ≤ DWT ≤ 10000	2959,02	50,41	60,25	4,10	4.099
	10001 ≤ DWT ≤ 20000	8362,97	142,47	170,27	11,58	11.584

Pembagian Transformator Distribusi

NO	NAMA	JENIS	DWT (Ton)	Auxiliary Engine		kVA	Kapasitas Max (Kva)
				HP	kW		
1	ALKEN PESONA	Container	1405	180	134,23	158	175
2	ALKEN PARAMA	General Cargo	1578	115	85,76	101	
3	ALFA TRANS SATU	General Cargo	1933	200	149,14	175	
4	MENTARI SUCCESS	General Cargo	2500	181	134,97	159	570
5	MENTARI SEJAHTERA	General Cargo	2781	650	484,71	570	
6	MULTI SPIRIT	General Cargo	3180	255	190,15	224	
7	ELEGANCE	General Cargo	3230	390	290,82	342	
8	MENTARI PERKASA	General Cargo	3240	163	121,55	143	
9	INTAN DAYA	General Cargo	3255	102	76,06	89	
10	INTAN DAYA 9	General Cargo	3283	200	149,14	175	
11	JAVELIN	General Cargo	3324	181	134,97	159	
12	MENTARI CRYSTAL	General Cargo	3328	163	121,55	143	
13	NEW GLORY	General Cargo	3410	320	238,62	281	
14	ILLANNUR	General Cargo	3442	320	238,62	281	
15	AYA 3	General Cargo	3920	300	223,71	263	
16	DERAJAT	Container	4174	250	186,43	219	
17	KANNON BARU	Container	4201	250	186,43	219	
18	AKHASIA	Container	4468	360	268,45	316	
19	MAGELLAN	Container	4527	226	168,53	198	
20	INTAN DAYA 4	General Cargo	4593	192	143,17	168	
21	FORTUNE	Container	4674	250	186,43	219	
22	PAHALA	Container	4680	180	134,23	158	
23	BEVERLY	General Cargo	4707	488	363,90	428	
24	BALI TABANAN	General Cargo	4940	210	156,60	184	

25	BALI SANUR	Container	5180	212	158,09	186	711
26	GUHI MAS	General Cargo	5200	196	146,16	172	
27	LAGUN MAS	General Cargo	5200	196	146,16	172	
28	BALI AYU	General Cargo	5253	473	352,54	415	
29	BAHAR MAS	Container	5300	475	354,21	417	
30	FREEDOM	General Cargo	5314	140	104,40	123	
31	RED ROCK	General Cargo	5350	517	385,53	454	
32	NEW LIGHT	General Cargo	5392	240	178,97	211	
33	CURUG MAS	Container	5879	249	185,68	218	
34	KISIK MAS	Container	5888	405	302,01	355	
35	ISA CLARITY	General Cargo	5935	300	223,71	263	
36	RELIANCE	Container	6006	500	372,85	439	
37	MERATUS ULTIMA 1	General Cargo	6013	600	447,42	526	
38	RED RESOURCE	General Cargo	6016	530	395,22	465	
39	RED ROVER	General Cargo	6375	225	167,78	197	
40	CAKRA KEMBAR SATU	General Cargo	6457	300	223,71	263	
41	MERATUS DILI	General Cargo	6853	300	223,71	263	
42	KEDUNG MAS	Container	6930	560	417,59	491	
43	INTAN DAYA 7	General Cargo	7359	435	324,38	382	
44	MERATUS KENDARI 1	General Cargo	7416	435	324,38	382	
45	MERATUS PEKANBARU	General Cargo	7691	360	268,45	316	
46	ARMADA SEGARA	Container	7800	360	268,45	316	
47	MARE MAS	General Cargo	8100	319	237,88	280	
48	KALI MAS	General Cargo	8100	341	254,28	299	
49	MERATUS AMBON	Container	8122	573	427,29	503	
50	INTAN DAYA 10	General Cargo	8135	341	254,28	299	
51	KOTA DAHLIA	Container	8150	573	427,29	503	
52	KOTA DAMAI	Container	8150	573	427,29	503	
53	KANAL MAS	General Cargo	8180	341	254,28	299	
54	BELIK MAS	Container	8180	810	604,02	711	
55	ARMADA SEJATI	Container	8528	660	492,16	579	
56	KUALA MAS	General Cargo	8700	180	134,23	158	
57	PULAU LAYANG	Container	9137	448	334,07	393	
58	HIAU SEJUK	Container	10548	470	350,48	412	
59	FLORES SEA	General Cargo	11142	600	447,42	526	
60	SAWU SEA	General Cargo	11172	600	447,42	526	
61	UMBUL MAS	Container	12470	810	604,02	711	
62	ARMADA PAPUA	Container	12575	1132	843,95	993	
63	MARINA STAR 1	Container	13089	544	405,66	477	
64	DOLPHIN STRAIT	Container	13858	660	492,16	579	
65	AMAZON	Container	14100	710	529,45	623	
66	LUZON	Container	14600	1314	979,85	1153	
67	SINAR SOLO	Container	15218	1370	1021,33	1202	
68	MELL SOLOMON	Container	23294	2096	1563,33	1839	
69	HANSA SALZBURG	Container	23301	2097	1563,80	1840	
70	WELLINGTON STRAIT	Container	23367	2103	1568,23	1845	
71	WILLIAM STRAIT	Container	23707	2134	1591,05	1872	
72	KOTA NABIL	Container	25985	2339	1743,93	2052	
73	KOTA NASRAT	Container	25985	2339	1743,93	2052	
74	NORTHERN VOLITION	Container	37874	3409	2541,84	2990	
75	CAPE MAHON	Container	37901	550	410,14	483	
76	LARENTIA	Container	38121	3431	2558,41	3010	
77	CIMBRIA	Container	39358	3542	2641,43	3108	
78	TASANEE	Container	39418	160	119,31	140	
79	CARPATIA	Container	39443	660	492,16	579	
80	MONI RICKMERS	Container	42806	3853	2872,84	3380	
81	BOMAR FULGENT	Container	42930	3864	2881,16	3390	
82	HONGKONG BRIDGE	Container	50954	4586	3419,68	4023	
83	MALIAKOS	Container	51310	4618	3443,57	4051	
84	PATRAIKOS	Container	51532	4638	3458,47	4069	
85	TOMMI RITSCHER	Container	58000	5220	3892,55	4579	
86	HYUNDAI PLATINUM	Container	63010	5671	4228,79	4975	

Spesifikasi Transformator



Merk	=	General Electric	
Rating	=	12	mva
Tinggi	=	168	inci
	=	428,4	cm
Lebar	=	76	inci
	=	193,8	cm
oil cap	=	1750	gallons
price	=	Rp 5.940.000.000,00	

Spesifikasi, Biaya Kabel, Galian, dan Engineer

KABEL



$$q = (L \cdot N) : (y \cdot ev \cdot E) \dots\dots\dots (1.1)$$

Dimana :
 q = Penampang kabel dalam mm²
 L = Jarak dalam meter
 N = Daya dalam watt
 y = Daya hantar jenis (Cu : 56
 ev= Rugi tegangan dalam volt
 E = Tegangan dalam volt

Underground Cable

Harga = \$ 30,00 per meter
 = Rp 426.000,00 per meter

KABEL	HARGA	PANJANG	Daya hantar jenis :	Nilai	Satuan
Kabel 1	Rp 681.600.000,00	1600	Tembaga	56	
Kabel 2	Rp 724.200.000,00	1700	Aluminium	32,7	
Kabel 3	Rp 766.800.000,00	1800	Besi	7	
Kabel 4	Rp 681.600.000,00	1600	L	1600	meter
Kabel 5	Rp 724.200.000,00	1700	N	4228790	watt
Kabel 6	Rp 766.800.000,00	1800	ev	5	volt
			q	8,32	mm ²

UPAH PEKERJA 1 galian untuk 6 kabel

No	Jenis Pekerjaan	Waktu	Upah/ Gaji (Rp)
1	Pekerja	harian	99.000
2	Tukang gali	harian	120.000

Upah pekerja	=	Rp 120.000,00
Biaya galian/meter kubik	=	Rp 48.000,00
TOTAL	=	Rp 148.800.000,00

Biaya Engineer

Rincian	Jumlah	Gaji	Jumlah
Manager engineering project	1	Rp 16.500.000,00	Rp 16.500.000,00
Surveyor	2	Rp 6.500.000,00	Rp 13.000.000,00
Mechanical & electrical eng.	5	Rp 5.870.000,00	Rp 29.350.000,00
Supervisor	1	Rp 5.550.000,00	Rp 5.550.000,00
Field Engineer	1	Rp 5.500.000,00	Rp 5.500.000,00
Civil engineer	1	Rp 8.500.000,00	Rp 8.500.000,00
Dokumentasi	1	Rp 2.500.000,00	Rp 2.500.000,00
Safety & health staff	1	Rp 4.000.000,00	Rp 4.000.000,00
Staff Logistik	1	Rp 2.500.000,00	Rp 2.500.000,00
Foreman	1	Rp 4.000.000,00	Rp 4.000.000,00
Quality Control	1	Rp 5.000.000,00	Rp 5.000.000,00
	16	JUMLAH	Rp 96.400.000,00

Sumber : PT Waskita Karya Tbk

Operating Cost dan Maintenance Cost Transformator

OPERATING COST TRAF0		3 shift per hari		
Rincian	Jumlah	Gaji		
Operator Trafo	6	Rp 8.000.000,00	Rp 1.728.000.000,00	per bulan
Operator di dermaga	6	Rp 8.000.000,00	Rp 1.728.000.000,00	per bulan
TOTAL			Rp 3.456.000.000,00	per bulan
			Rp 41.472.000.000,00	per tahun

MAINTENANCE COST TRANSFORMATOR

Penggantian minyak transformator	=	6
Perawatan berkala transformator	=	6
	=	5%
Harga minyak pelumas trafo	=	Rp 30.000,00
Perawatan	=	Rp 1.782.000.000,00
Pelumas	=	Rp 315.000.000,00
TOTAL	=	Rp 2.097.000.000,00

kali/tahun
kali/tahun
dari harga transformator
/ gallon
per tahun
per tahun

Circuit Breaker dan Inverter

Rincian	Harga
Inverter	Rp 71.000.000,00
Circuit Breaker	Rp 7.905.850,00

Switchboard dan Frequency Converter



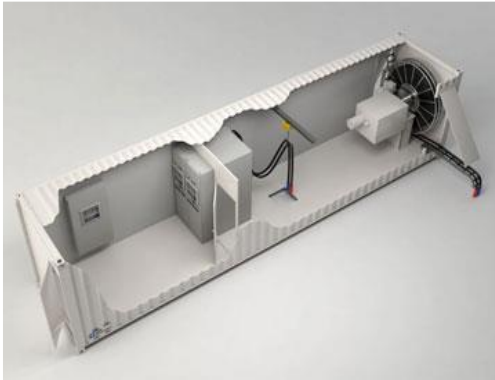
Model = KYN61
Freq = 50 Hz
Rated current = 1600 A
Harga = **Rp 14.200.000,00**

Frequency converter



Merk = ABB
Harga = \$ 22.910,00
= Rp 325.322.000,00

Biaya Receiver



Kontainer 20 feet tipe HC

Spesifikasi				
Luar	Panjang	=	6,058	meter
	Lebar	=	2,438	meter
	Tinggi	=	2,591	meter
Dalam	Panjang	=	5,867	meter
	Lebar	=	2,352	meter
	Tinggi	=	2,385	meter
Pintu	Lebar	=	2,343	meter
	Tinggi	=	2,28	meter
Volume	=	33,1	meter kubik	
Berat Kotor Max	=	30400	kg	
Berat Kosong	=	2200	kg	
Kapasitas Muatan	=	28200	kg	
Harga	=	Rp 16.000.000,00		



Cable Reel

Spesifikasi			
Supplier	=	Stemmann Technik	
Panjang kabel	=	35	meter
Kecepatan gulungan	=	12	meter/detik
Diameter kabel	=	75	milimeter
Berat kabel	=	9,9	kg/meter
Voltage	=	6,6	kV
Power	=	7,2	MVA
Amperage	=	800	A
Diameter Reel	=	2100	milimeter
Harga	=	Rp 7.000.000,00	



Low Voltage Cable 400V

Harga	=	\$ 0,35	per meter
	=	Rp 4.970,00	per meter
Panjang	=	50	meter
	=	Rp 248.500	



Vessel Internal Power Grid

Spesifikasi			
Output	=	400	Volt
Harga	=	\$ 80,00	
	=	Rp 1.136.000,00	
TOTAL	=	Rp 24.384.500,00	per kapal

Biaya Emisi Kapal

Tiap Jam	1000 ≤ DWT ≤ 2000	2001 ≤ DWT ≤ 5000	5001 ≤ DWT ≤ 10000	10001 ≤ DWT ≤ 20000	20001 ≤ DWT ≤ 40000	40001 ≤ DWT ≤ 65000
Kontainer	Rp 27.048	Rp 37.967	Rp 73.954	Rp 131.659	Rp 311.292	Rp 694.943
General Cargo	Rp 23.667	Rp 41.223	Rp 50.856	Rp 90.160		
Selama Berthing	1000 ≤ DWT ≤ 2000	2001 ≤ DWT ≤ 5000	5001 ≤ DWT ≤ 10000	10001 ≤ DWT ≤ 20000	20001 ≤ DWT ≤ 40000	40001 ≤ DWT ≤ 65000
Kontainer	Rp 135.471	Rp 437.816	Rp 1.283.500	Rp 4.015.310	Rp 21.616.788	Rp 78.082.628
General Cargo	Rp 136.186	Rp 394.728	Rp 825.862	Rp 2.334.103		

Biaya Bahan Bakar

Tiap Jam	1000 ≤ DWT ≤ 2000	2001 ≤ DWT ≤ 5000	5001 ≤ DWT ≤ 10000	10001 ≤ DWT ≤ 20000	20001 ≤ DWT ≤ 40000	40001 ≤ DWT ≤ 65000
Kontainer	Rp 246.525,34	Rp 346.048,53	Rp 674.046,63	Rp 1.199.991,18	Rp 2.837.241,85	Rp 6.348.767,02
General Cargo	Rp 215.709,67	Rp 375.722,88	Rp 463.520,36	Rp 821.751,13		

Selama Berthing	1000 ≤ DWT ≤ 2000	2001 ≤ DWT ≤ 5000	5001 ≤ DWT ≤ 10000	10001 ≤ DWT ≤ 20000	20001 ≤ DWT ≤ 40000	40001 ≤ DWT ≤ 65000
Kontainer	Rp 1.234.740	Rp 3.982.870	Rp 12.060.941	Rp 37.449.874	Rp 194.309.892	Rp 725.563.738
General Cargo	Rp 1.263.706	Rp 3.597.931	Rp 7.523.767	Rp 21.273.963		

Biaya Pelumas Mesin Bantu Selama Sandar

Kontainer	1000 ≤ DWT ≤ 2000	2001 ≤ DWT ≤ 5000	5001 ≤ DWT ≤ 10000	10001 ≤ DWT ≤ 20000	20001 ≤ DWT ≤ 40000	40001 ≤ DWT ≤ 65000
	Rp 192.705	Rp 622.784	Rp 1.825.750	Rp 5.711.688	Rp 30.749.392	Rp 111.329.915
General Cargo	1000 ≤ DWT ≤ 2000	2001 ≤ DWT ≤ 5000	5001 ≤ DWT ≤ 10000	10001 ≤ DWT ≤ 20000		
	Rp 193.722	Rp 561.491	Rp 1.174.770	Rp 3.320.209		

Biaya Perawatan Mesin Bantu Selama Sandar

Kontainer	1000 ≤ DWT ≤ 2000	2001 ≤ DWT ≤ 5000	5001 ≤ DWT ≤ 10000	10001 ≤ DWT ≤ 20000	20001 ≤ DWT ≤ 40000	40001 ≤ DWT ≤ 65000
	Rp 130.043	Rp 299.402	Rp 450.615	Rp 791.846	Rp 1.802.996	Rp 2.917.273
General Cargo	1000 ≤ DWT ≤ 2000	2001 ≤ DWT ≤ 5000	5001 ≤ DWT ≤ 10000	10001 ≤ DWT ≤ 20000		
	Rp 149.404	Rp 248.616	Rp 421.637	Rp 672.171		

Capital Cost Pada Pelabuhan

No.	Rincian	Jumlah	Harga	Total
1	Transformator 1	1	Rp 5.940.000.000,00	Rp 5.940.000.000,00
2	Kabel TT	6		Rp 4.345.200.000,00
3	Galian	1	Rp 148.800.000,00	Rp 148.800.000,00
4	Engineer	1	Rp 192.800.000,00	Rp 192.800.000,00
5	Circuit breaker	6		Rp 7.905.850,00
6	Inverter	1	Rp 71.000.000,00	Rp 71.000.000,00
7	Switchboard	1	Rp 14.200.000,00	Rp 14.200.000,00
8	Frequency converter + housing	1	Rp 341.322.000,00	Rp 341.322.000,00
9	Housing	1	Rp 218.370.714,29	Rp 218.370.714,29
TOTAL				Rp 11.279.598.564,29

Maintenance Cost Pada Pelabuhan

No	Rincian	Jumlah	Biaya	Total
1	Transformator	1	Rp 2.097.000.000	Rp 2.097.000.000
2	Peralatan lainnya	1	Rp 43.442.785	Rp 43.442.785
TOTAL				Rp 2.140.442.785

Operating Cost Pada Pelabuhan

No	Rincian	Jumlah	Satuan
1	Total Produksi	14.735.969	kWh/tahun
2	Unit Cost	1548,11	/kWh
3	Profit	5%	/kWh
4	Tarif	Rp 1.626	/kWh
TOTAL		Rp 23.953.606.671	/tahun

Capital Cost Pada Kapal (Receiver)

No	Rincian	Jumlah	Total	Jumlah
1	Kontainer 20ft	1	Rp 16.000.000	Rp 16.000.000
2	Cable reel	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
3	Power grid	1	Rp 1.136.000	Rp 1.136.000
4	Kabel 400V	1	Rp 248.500	Rp 248.500
TOTAL				Rp 24.384.500

Maintenance Cost Receiver

Asumsi = 12% dari total kapital
= 3 kali/tahun

No	Rincian	Biaya	Satuan
1	Perawatan	Rp 2.926.140	/perawatan
		Rp 8.778.420	/tahun

Perbandingan Unit Cost Jika Menggunakan Mesin Bantu dan *Power Supply*

Maintenance cost = Rp 25.964 /running hour
 MDO Price = Rp 7.877 /liter
 Tarif listrik pelabuhan = Rp 1.096 /kwh TDL + Profit 10%

Kapal Kontainer						Auxiliary Engine					Shore Side Power Supply	
Ukuran	Power (kw)	Berthing time (hr)	day	Oil cons (liter/hr)	Total oil cons (liter)	Fuel Oil cost	Lubricating oil cost	Maintenance cost	Total	Unit cost (Rp/kwh)	Electricity cost	Unit cost (Rp/kwh)
1000 ≤ DWT ≤ 2000	134	5	0,2	31	157	Rp 1.234.740	Rp 192.705	Rp 130.043	Rp 1.557.487	Rp 1.835	Rp 737.098	Rp 1.095
2001 ≤ DWT ≤ 5000	188	12	0,5	44	506	Rp 3.982.870	Rp 622.784	Rp 299.402	Rp 4.905.056	Rp 1.833	Rp 2.382.154	Rp 1.096
5001 ≤ DWT ≤ 10000	367	17	0,7	86	1531	Rp 12.060.941	Rp 1.825.750	Rp 450.615	Rp 14.337.306	Rp 1.893	Rp 6.983.511	Rp 1.096
10001 ≤ DWT ≤ 20000	653	30	1,3	152	4754	Rp 37.449.874	Rp 5.711.688	Rp 791.846	Rp 43.953.408	Rp 1.879	Rp 21.847.263	Rp 1.096
20001 ≤ DWT ≤ 40000	1545	69	2,9	360	24669	Rp 194.309.892	Rp 30.749.392	Rp 1.802.996	Rp 226.862.280	Rp 1.811	Rp 117.616.738	Rp 1.096
40001 ≤ DWT ≤ 65000	3457	112	4,7	806	92115	Rp 725.563.738	Rp 111.329.915	Rp 2.917.273	Rp 839.810.925	Rp 1.868	Rp 425.838.054	Rp 1.096
General Cargo						Auxiliary Engine					Shore Side Power Supply	
Ukuran	Power (kw)	Berthing time (hr)	day	Oil cons (liter/hr)	Total oil cons (liter)	Fuel Oil cost	Lubricating oil cost	Maintenance cost	Total	Unit cost (Rp/kwh)	Electricity cost	Unit cost (Rp/kwh)
1000 ≤ DWT ≤ 2000	117	6	0,2	27	160	Rp 1.263.706	Rp 193.722	Rp 149.404	Rp 1.606.832	Rp 1.869	Rp 740.987	Rp 1.096
2001 ≤ DWT ≤ 5000	205	10	0,4	48	457	Rp 3.597.931	Rp 561.491	Rp 248.616	Rp 4.408.038	Rp 1.837	Rp 2.147.709	Rp 1.096
5001 ≤ DWT ≤ 10000	252	16	0,7	59	955	Rp 7.523.767	Rp 1.174.770	Rp 421.637	Rp 9.120.174	Rp 1.836	Rp 4.493.507	Rp 1.096
10001 ≤ DWT ≤ 20000	447	26	1,1	104	2701	Rp 21.273.963	Rp 3.320.209	Rp 672.171	Rp 25.266.343	Rp 1.836	Rp 12.699.834	Rp 1.096

Analisis Kelayakan Pelabuhan

Rincian	0	1	2	3	4	5
A1. Capital cost						
Pembelian Transformator	Rp 5.940.000.000,00					
Kabel	Rp 4.345.200.000,00					
Galian	Rp 148.800.000,00					
Engineer	Rp 192.800.000,00					
Circuit breaker	Rp 7.905.850,00					
Inverter	Rp 71.000.000,00					
Switchboard	Rp 14.200.000,00					
Frequency converter	Rp 341.322.000,00					
Housing	Rp 218.370.714,29					
A2. Operating cost		100%	100%	103%	100%	100%
Maintenance cost		Rp 2.140.442.785,00	Rp 2.140.442.785,00	Rp 2.204.656.068,55	Rp 2.204.656.068,55	Rp 2.204.656.068,55
Operator trafo & dermaga		Rp 3.456.000.000,00	Rp 3.456.000.000,00	Rp 3.559.680.000,00	Rp 3.559.680.000,00	Rp 3.559.680.000,00
Pembelian Listrik		Rp 14.687.929.741,06	Rp 14.687.929.741,06	Rp 15.128.567.633,29	Rp 15.128.567.633,29	Rp 15.128.567.633,29
PPJU	8%	Rp 1.175.034.379,28	Rp 1.175.034.379,28	Rp 1.210.285.410,66	Rp 1.210.285.410,66	Rp 1.210.285.410,66
Insurance	7%	Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50
A3. Outflow	Rp 11.279.598.564,29	Rp 22.248.978.805,84	Rp 22.248.978.805,84	Rp 22.892.761.013,04	Rp 22.892.761.013,01	Rp 22.892.761.013,01
Annual		Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21
A. Total Cash Outflow		Rp 22.812.958.734,06	Rp 22.812.958.734,06	Rp 23.456.740.941,25	Rp 23.456.740.941,22	Rp 23.456.740.941,22

6	7	8	9	10	11	12
103%	100%	100%	103%	100%	100%	103%
Rp 2.270.795.750,61	Rp 2.270.795.750,61	Rp 2.270.795.750,61	Rp 2.338.919.623,12	Rp 2.338.919.623,12	Rp 2.338.919.623,12	Rp 2.409.087.211,82
Rp 3.666.470.400,00	Rp 3.666.470.400,00	Rp 3.666.470.400,00	Rp 3.776.464.512,00	Rp 3.776.464.512,00	Rp 3.776.464.512,00	Rp 3.889.758.447,36
Rp 15.582.424.662,29	Rp 15.582.424.662,29	Rp 15.582.424.662,29	Rp 16.049.897.402,16	Rp 16.049.897.402,16	Rp 16.049.897.402,16	Rp 16.531.394.324,22
Rp 1.246.593.972,98	Rp 1.246.593.972,98	Rp 1.246.593.972,98	Rp 1.283.991.792,17	Rp 1.283.991.792,17	Rp 1.283.991.792,17	Rp 1.322.511.545,94
Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50
Rp 23.555.856.686,41	Rp 23.555.856.686,38	Rp 23.555.856.686,38	Rp 24.238.845.229,99	Rp 24.238.845.229,96	Rp 24.238.845.229,96	Rp 24.942.323.429,87
Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21
Rp 24.119.836.614,62	Rp 24.119.836.614,59	Rp 24.119.836.614,59	Rp 24.802.825.158,20	Rp 24.802.825.158,17	Rp 24.802.825.158,17	Rp 25.506.303.358,08

13	14	15	16	17	18	19	20
100%	100%	103%	100%	100%	103%	100%	100%
Rp 2.409.087.211,82	Rp 2.409.087.211,82	Rp 2.481.359.828,17	Rp 2.481.359.828,17	Rp 2.481.359.828,17	Rp 2.555.800.623,02	Rp 2.555.800.623,02	Rp 2.555.800.623,02
Rp 3.889.758.447,36	Rp 3.889.758.447,36	Rp 4.006.451.200,78	Rp 4.006.451.200,78	Rp 4.006.451.200,78	Rp 4.126.644.736,80	Rp 4.126.644.736,80	Rp 4.126.644.736,80
Rp 16.531.394.324,22	Rp 16.531.394.324,22	Rp 17.027.336.153,95	Rp 17.027.336.153,95	Rp 17.027.336.153,95	Rp 17.538.156.238,57	Rp 17.538.156.238,57	Rp 17.538.156.238,57
Rp 1.322.511.545,94	Rp 1.322.511.545,94	Rp 1.362.186.892,32	Rp 1.362.186.892,32	Rp 1.362.186.892,32	Rp 1.403.052.499,09	Rp 1.403.052.499,09	Rp 1.403.052.499,09
Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50	Rp 789.571.899,50
Rp 24.942.323.429,84	Rp 24.942.323.429,84	Rp 25.666.905.975,75	Rp 25.666.905.975,72	Rp 25.666.905.975,72	Rp 26.413.225.998,01	Rp 26.413.225.997,98	Rp 26.413.225.997,98
Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21	Rp 563.979.928,21
Rp 25.506.303.358,05	Rp 25.506.303.358,05	Rp 26.230.885.903,96	Rp 26.230.885.903,93	Rp 26.230.885.903,93	Rp 26.977.205.926,22	Rp 26.977.205.926,19	Rp 26.977.205.926,19

Rincian	0	1	2	3	4	5
B. Benefit: Cash inflow: Rupiah						
Produksi max (trafo) (kwh)		71.976.278	71.976.278	71.976.278	71.976.278	71.976.278
Produksi (%)		20%	20%	21%	21%	21%
Produksi (kwh)		14.735.969	14.735.969	15.178.048	15.178.048	15.178.048
Peningkatan tarif	3% /3 tahun					
		100%	100%	103%	100%	100%
Tarif		Rp 1.625,52	Rp 1.625,52	Rp 1.674,29	Rp 1.674,29	Rp 1.674,29
Pendapatan		Rp 23.953.606.670,76	Rp 23.953.606.670,76	Rp 25.412.381.317,01	Rp 25.412.381.317,01	Rp 25.412.381.317,01
Biaya penyusutan		Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80
B. Total Cash inflow:		Rp 24.489.387.602,57	Rp 24.489.387.602,57	Rp 25.948.162.248,82	Rp 25.948.162.248,82	Rp 25.948.162.248,82
Earning Before Tax		Rp 1.676.428.868,51	Rp 1.676.428.868,51	Rp 2.491.421.307,57	Rp 2.491.421.307,60	Rp 2.491.421.307,60
Pajak	25%	Rp 419.107.217,13	Rp 419.107.217,13	Rp 622.855.326,89	Rp 622.855.326,90	Rp 622.855.326,90
Earning After Tax		Rp 1.257.321.651,38	Rp 1.257.321.651,38	Rp 1.868.565.980,67	Rp 1.868.565.980,70	Rp 1.868.565.980,70
Cum Cash	-Rp 11.279.598.564,29	-Rp 10.022.276.912,91	-Rp 8.764.955.261,53	-Rp 6.896.389.280,85	-Rp 5.027.823.300,16	-Rp 3.159.257.319,46
		-	-	-	-	-

6	7	8	9	10	11	12
71.976.278	71.976.278	71.976.278	71.976.278	71.976.278	71.976.278	71.976.278
22%	22%	22%	22%	22%	22%	23%
15.633.390	15.633.390	15.633.390	16.102.391	16.102.391	16.102.391	16.585.463
103%	100%	100%	103%	100%	100%	103%
Rp 1.724,51	Rp 1.724,51	Rp 1.724,51	Rp 1.776,25	Rp 1.776,25	Rp 1.776,25	Rp 1.829,54
Rp 26.959.995.339,22	Rp 26.959.995.339,22	Rp 26.959.995.339,22	Rp 28.601.859.055,38	Rp 28.601.859.055,38	Rp 28.601.859.055,38	Rp 30.343.712.271,85
Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80
Rp 27.495.776.271,02	Rp 27.495.776.271,02	Rp 27.495.776.271,02	Rp 29.137.639.987,18	Rp 29.137.639.987,18	Rp 29.137.639.987,18	Rp 30.879.493.203,65
Rp 3.375.939.656,40	Rp 3.375.939.656,43	Rp 3.375.939.656,43	Rp 4.334.814.828,98	Rp 4.334.814.829,01	Rp 4.334.814.829,01	Rp 5.373.189.845,57
Rp 843.984.914,10	Rp 843.984.914,11	Rp 843.984.914,11	Rp 1.083.703.707,24	Rp 1.083.703.707,25	Rp 1.083.703.707,25	Rp 1.343.297.461,39
Rp 2.531.954.742,30	Rp 2.531.954.742,32	Rp 2.531.954.742,32	Rp 3.251.111.121,73	Rp 3.251.111.121,76	Rp 3.251.111.121,76	Rp 4.029.892.384,18
-Rp 627.302.577,16	Rp 1.904.652.165,16	Rp 4.436.606.907,48	Rp 7.687.718.029,21	Rp 10.938.829.150,97	Rp 14.189.940.272,72	Rp 18.219.832.656,90
-	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP

13	14	15	16	17	18	19	20
71.976.278	71.976.278	71.976.278	71.976.278	71.976.278	71.976.278	71.976.278	71.976.278
23%	23%	24%	24%	24%	24%	24%	24%
16.585.463	16.585.463	17.083.027	17.083.027	17.083.027	17.595.518	17.595.518	17.595.518
100%	100%	103%	100%	100%	103%	100%	100%
Rp 1.829,54	Rp 1.829,54	Rp 1.884,42	Rp 1.884,42	Rp 1.884,42	Rp 1.940,96	Rp 1.940,96	Rp 1.940,96
Rp 30.343.712.271,85	Rp 30.343.712.271,85	Rp 32.191.644.349,20	Rp 32.191.644.349,20	Rp 32.191.644.349,20	Rp 34.152.115.490,07	Rp 34.152.115.490,07	Rp 34.152.115.490,07
Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80	Rp 535.780.931,80
Rp 30.879.493.203,65	Rp 30.879.493.203,65	Rp 32.727.425.281,01	Rp 32.727.425.281,01	Rp 32.727.425.281,01	Rp 34.687.896.421,87	Rp 34.687.896.421,87	Rp 34.687.896.421,87
Rp 5.373.189.845,60	Rp 5.373.189.845,60	Rp 6.496.539.377,04	Rp 6.496.539.377,07	Rp 6.496.539.377,07	Rp 7.710.690.495,65	Rp 7.710.690.495,68	Rp 7.710.690.495,68
Rp 1.343.297.461,40	Rp 1.343.297.461,40	Rp 1.624.134.844,26	Rp 1.624.134.844,27	Rp 1.624.134.844,27	Rp 1.927.672.623,91	Rp 1.927.672.623,92	Rp 1.927.672.623,92
Rp 4.029.892.384,20	Rp 4.029.892.384,20	Rp 4.872.404.532,78	Rp 4.872.404.532,80	Rp 4.872.404.532,80	Rp 5.783.017.871,74	Rp 5.783.017.871,76	Rp 5.783.017.871,76
Rp 22.249.725.041,10	Rp 26.279.617.425,30	Rp 31.152.021.958,08	Rp 36.024.426.490,88	Rp 40.896.831.023,69	Rp 46.679.848.895,43	Rp 52.462.866.767,19	Rp 58.245.884.638,95
BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP

MARR	8%
NPV	Rp 82.083.526.067,42
BEP	7
Biaya	Rp 226.930.255.915,61
Manfaat	Rp 276.802.600.817,62
BCR	1,22

20 Tahun
OK
tahun

Analisis Kelayakan Kapal Kontainer

Rincian	0	1	2	3	4	5
---------	---	---	---	---	---	---

A. Cost: Cash outflow: Rupiah

A1. Capital Cost

Kontainer 20ft	Rp	16.000.000,00					
Internal power grid	Rp	1.136.000,00					
Low voltage cable	Rp	248.500,00					
Cable reel	Rp	7.000.000,00					

A2. Operating Cost

Peningkatan biaya MC 2% /3 tahun

Peningkatan Tarif 2% /3 tahun

		100%	100%	102%	100%	100%
Maintenance cost receiver	Rp	8.778.420,00	Rp 8.778.420,00	Rp 8.953.988,40	Rp 8.953.988,40	Rp 8.953.988,40

		100%	100%	102%	100%	100%
1000 ≤ DWT ≤ 2000	Rp	1.093.974,70	Rp 1.093.974,70	Rp 1.115.854,20	Rp 1.115.854,20	Rp 1.115.854,20
2001 ≤ DWT ≤ 5000	Rp	16.846.135,06	Rp 16.846.135,06	Rp 17.183.057,76	Rp 17.183.057,76	Rp 17.183.057,76
5001 ≤ DWT ≤ 10000	Rp	49.383.285,94	Rp 49.383.285,94	Rp 50.370.951,65	Rp 50.370.951,65	Rp 50.370.951,65
10001 ≤ DWT ≤ 20000	Rp	109.322.086,69	Rp 109.322.086,69	Rp 111.508.528,42	Rp 111.508.528,42	Rp 111.508.528,42
20001 ≤ DWT ≤ 40000	Rp	1.118.923.041,20	Rp 1.118.923.041,20	Rp 1.141.301.502,02	Rp 1.141.301.502,02	Rp 1.141.301.502,02
40001 ≤ DWT ≤ 65000	Rp	1.082.295.110,93	Rp 1.082.295.110,93	Rp 1.103.941.013,15	Rp 1.103.941.013,15	Rp 1.103.941.013,15

A3. Financing Cost (recurrent Expenses)

A. Total Cash Outflow: (A = A1 + A2 + A3)

1000 ≤ DWT ≤ 2000	Rp	24.384.500,00	Rp 9.872.394,70	Rp 9.872.394,70	Rp 10.069.842,60	Rp 10.069.842,60	Rp 10.069.842,60
2001 ≤ DWT ≤ 5000	Rp	24.384.500,00	Rp 25.624.555,06	Rp 25.624.555,06	Rp 26.137.046,16	Rp 26.137.046,16	Rp 26.137.046,16
5001 ≤ DWT ≤ 10000	Rp	24.384.500,00	Rp 58.161.705,94	Rp 58.161.705,94	Rp 59.324.940,05	Rp 59.324.940,05	Rp 59.324.940,05
10001 ≤ DWT ≤ 20000	Rp	24.384.500,00	Rp 118.100.506,69	Rp 118.100.506,69	Rp 120.462.516,82	Rp 120.462.516,82	Rp 120.462.516,82
20001 ≤ DWT ≤ 40000	Rp	24.384.500,00	Rp 1.127.701.461,20	Rp 1.127.701.461,20	Rp 1.150.255.490,42	Rp 1.150.255.490,42	Rp 1.150.255.490,42
40001 ≤ DWT ≤ 65000	Rp	24.384.500,00	Rp 1.091.073.530,93	Rp 1.091.073.530,93	Rp 1.112.895.001,55	Rp 1.112.895.001,55	Rp 1.112.895.001,55

6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	----	----	----

	102%		100%		100%		102%		100%		100%		102%
Rp	9.133.068,17	Rp	9.133.068,17	Rp	9.133.068,17	Rp	9.315.729,53	Rp	9.315.729,53	Rp	9.315.729,53	Rp	9.502.044,12

	102%		100%		100%		102%		100%		100%		102%
Rp	1.138.171,28	Rp	1.138.171,28	Rp	1.138.171,28	Rp	1.160.934,71	Rp	1.160.934,71	Rp	1.160.934,71	Rp	1.184.153,40
Rp	17.526.718,92	Rp	17.526.718,92	Rp	17.526.718,92	Rp	17.877.253,30	Rp	17.877.253,30	Rp	17.877.253,30	Rp	18.234.798,36
Rp	51.378.370,69	Rp	51.378.370,69	Rp	51.378.370,69	Rp	52.405.938,10	Rp	52.405.938,10	Rp	52.405.938,10	Rp	53.454.056,86
Rp	113.738.698,99	Rp	113.738.698,99	Rp	113.738.698,99	Rp	116.013.472,97	Rp	116.013.472,97	Rp	116.013.472,97	Rp	118.333.742,43
Rp	1.164.127.532,06	Rp	1.164.127.532,06	Rp	1.164.127.532,06	Rp	1.187.410.082,70	Rp	1.187.410.082,70	Rp	1.187.410.082,70	Rp	1.211.158.284,36
Rp	1.126.019.833,41	Rp	1.126.019.833,41	Rp	1.126.019.833,41	Rp	1.148.540.230,08	Rp	1.148.540.230,08	Rp	1.148.540.230,08	Rp	1.171.511.034,68

Rp	10.271.239,45	Rp	10.271.239,45	Rp	10.271.239,45	Rp	10.476.664,24	Rp	10.476.664,24	Rp	10.476.664,24	Rp	10.686.197,52
Rp	26.659.787,09	Rp	26.659.787,09	Rp	26.659.787,09	Rp	27.192.982,83	Rp	27.192.982,83	Rp	27.192.982,83	Rp	27.736.842,48
Rp	60.511.438,85	Rp	60.511.438,85	Rp	60.511.438,85	Rp	61.721.667,63	Rp	61.721.667,63	Rp	61.721.667,63	Rp	62.956.100,98
Rp	122.871.767,16	Rp	122.871.767,16	Rp	122.871.767,16	Rp	125.329.202,50	Rp	125.329.202,50	Rp	125.329.202,50	Rp	127.835.786,55
Rp	1.173.260.600,23	Rp	1.173.260.600,23	Rp	1.173.260.600,23	Rp	1.196.725.812,23	Rp	1.196.725.812,23	Rp	1.196.725.812,23	Rp	1.220.660.328,48
Rp	1.135.152.901,58	Rp	1.135.152.901,58	Rp	1.135.152.901,58	Rp	1.157.855.959,61	Rp	1.157.855.959,61	Rp	1.157.855.959,61	Rp	1.181.013.078,81

13	14	15	16	17	18	19	20
----	----	----	----	----	----	----	----

100%	100%	102%	100%	100%	102%	100%	100%
Rp 9.502.044,12	Rp 9.502.044,12	Rp 9.692.085,00	Rp 9.692.085,00	Rp 9.692.085,00	Rp 9.885.926,70	Rp 9.885.926,70	Rp 9.885.926,70

100%	100%	102%	100%	100%	102%	100%	100%
Rp 1.184.153,40	Rp 1.184.153,40	Rp 1.207.836,47	Rp 1.207.836,47	Rp 1.207.836,47	Rp 1.231.993,20	Rp 1.231.993,20	Rp 1.231.993,20
Rp 18.234.798,36	Rp 18.234.798,36	Rp 18.599.494,33	Rp 18.599.494,33	Rp 18.599.494,33	Rp 18.971.484,22	Rp 18.971.484,22	Rp 18.971.484,22
Rp 53.454.056,86	Rp 53.454.056,86	Rp 54.523.138,00	Rp 54.523.138,00	Rp 54.523.138,00	Rp 55.613.600,76	Rp 55.613.600,76	Rp 55.613.600,76
Rp 118.333.742,43	Rp 118.333.742,43	Rp 120.700.417,28	Rp 120.700.417,28	Rp 120.700.417,28	Rp 123.114.425,62	Rp 123.114.425,62	Rp 123.114.425,62
Rp 1.211.158.284,36	Rp 1.211.158.284,36	Rp 1.235.381.450,04	Rp 1.235.381.450,04	Rp 1.235.381.450,04	Rp 1.260.089.079,05	Rp 1.260.089.079,05	Rp 1.260.089.079,05
Rp 1.171.511.034,68	Rp 1.171.511.034,68	Rp 1.194.941.255,38	Rp 1.194.941.255,38	Rp 1.194.941.255,38	Rp 1.218.840.080,49	Rp 1.218.840.080,49	Rp 1.218.840.080,49

Rp 10.686.197,52	Rp 10.686.197,52	Rp 10.899.921,47	Rp 10.899.921,47	Rp 10.899.921,47	Rp 11.117.919,90	Rp 11.117.919,90	Rp 11.117.919,90
Rp 27.736.842,48	Rp 27.736.842,48	Rp 28.291.579,33	Rp 28.291.579,33	Rp 28.291.579,33	Rp 28.857.410,92	Rp 28.857.410,92	Rp 28.857.410,92
Rp 62.956.100,98	Rp 62.956.100,98	Rp 64.215.223,00	Rp 64.215.223,00	Rp 64.215.223,00	Rp 65.499.527,46	Rp 65.499.527,46	Rp 65.499.527,46
Rp 127.835.786,55	Rp 127.835.786,55	Rp 130.392.502,28	Rp 130.392.502,28	Rp 130.392.502,28	Rp 133.000.352,33	Rp 133.000.352,33	Rp 133.000.352,33
Rp 1.220.660.328,48	Rp 1.220.660.328,48	Rp 1.245.073.535,05	Rp 1.245.073.535,05	Rp 1.245.073.535,05	Rp 1.269.975.005,75	Rp 1.269.975.005,75	Rp 1.269.975.005,75
Rp 1.181.013.078,81	Rp 1.181.013.078,81	Rp 1.204.633.340,38	Rp 1.204.633.340,38	Rp 1.204.633.340,38	Rp 1.228.726.007,19	Rp 1.228.726.007,19	Rp 1.228.726.007,19

BENEFIT		100%	100%	102%	100%	100%
1000 ≤ DWT ≤ 2000						
BBM		Rp 1.234.739,76	Rp 1.234.739,76	Rp 1.259.434,56	Rp 1.259.434,56	Rp 1.259.434,56
Lubricating oil		Rp 192.704,79	Rp 192.704,79	Rp 196.558,88	Rp 196.558,88	Rp 196.558,88
Pajak emisi		Rp 135.471,25	Rp 135.471,25	Rp 138.180,67	Rp 138.180,67	Rp 138.180,67
Maintenance		Rp 130.042,55	Rp 130.042,55	Rp 132.643,40	Rp 132.643,40	Rp 132.643,40
2001 ≤ DWT ≤ 5000						
BBM		Rp 18.995.225,56	Rp 18.995.225,56	Rp 19.375.130,07	Rp 19.375.130,07	Rp 19.375.130,07
Lubricating oil		Rp 2.970.198,84	Rp 2.970.198,84	Rp 3.029.602,82	Rp 3.029.602,82	Rp 3.029.602,82
Pajak emisi		Rp 2.088.046,41	Rp 2.088.046,41	Rp 2.129.807,34	Rp 2.129.807,34	Rp 2.129.807,34
Maintenance		Rp 1.427.917,29	Rp 1.427.917,29	Rp 1.456.475,63	Rp 1.456.475,63	Rp 1.456.475,63
5001 ≤ DWT ≤ 10000						
BBM		Rp 57.521.411,87	Rp 57.521.411,87	Rp 58.671.840,10	Rp 58.671.840,10	Rp 58.671.840,10
Lubricating oil		Rp 8.707.421,88	Rp 8.707.421,88	Rp 8.881.570,31	Rp 8.881.570,31	Rp 8.881.570,31
Pajak emisi		Rp 6.121.307,68	Rp 6.121.307,68	Rp 6.243.733,83	Rp 6.243.733,83	Rp 6.243.733,83
Maintenance		Rp 2.149.087,91	Rp 2.149.087,91	Rp 2.192.069,66	Rp 2.192.069,66	Rp 2.192.069,66
10001 ≤ DWT ≤ 20000						
BBM		Rp 126.393.323,78	Rp 126.393.323,78	Rp 128.921.190,26	Rp 128.921.190,26	Rp 128.921.190,26
Lubricating oil		Rp 19.276.945,74	Rp 19.276.945,74	Rp 19.662.484,65	Rp 19.662.484,65	Rp 19.662.484,65
Pajak emisi		Rp 13.551.670,94	Rp 13.551.670,94	Rp 13.822.704,36	Rp 13.822.704,36	Rp 13.822.704,36
Maintenance		Rp 2.672.481,47	Rp 2.672.481,47	Rp 2.725.931,10	Rp 2.725.931,10	Rp 2.725.931,10
20001 ≤ DWT ≤ 40000						
BBM		Rp 1.246.821.809,55	Rp 1.246.821.809,55	Rp 1.271.758.245,74	Rp 1.271.758.245,74	Rp 1.271.758.245,74
Lubricating oil		Rp 197.308.600,60	Rp 197.308.600,60	Rp 201.254.772,62	Rp 201.254.772,62	Rp 201.254.772,62
Pajak emisi		Rp 138.707.721,92	Rp 138.707.721,92	Rp 141.481.876,35	Rp 141.481.876,35	Rp 141.481.876,35
Maintenance		Rp 11.569.223,03	Rp 11.569.223,03	Rp 11.800.607,49	Rp 11.800.607,49	Rp 11.800.607,49
40001 ≤ DWT ≤ 65000						
BBM		Rp 1.243.823.551,05	Rp 1.243.823.551,05	Rp 1.268.700.022,07	Rp 1.268.700.022,07	Rp 1.268.700.022,07
Lubricating oil		Rp 190.851.282,33	Rp 190.851.282,33	Rp 194.668.307,98	Rp 194.668.307,98	Rp 194.668.307,98
Pajak emisi		Rp 133.855.934,42	Rp 133.855.934,42	Rp 136.533.053,11	Rp 136.533.053,11	Rp 136.533.053,11
Maintenance		Rp 5.001.038,83	Rp 5.001.038,83	Rp 5.101.059,60	Rp 5.101.059,60	Rp 5.101.059,60

	102%		100%		100%		102%		100%		100%		102%
Rp	1.284.623,25	Rp	1.284.623,25	Rp	1.284.623,25	Rp	1.310.315,71	Rp	1.310.315,71	Rp	1.310.315,71	Rp	1.336.522,03
Rp	200.490,06	Rp	200.490,06	Rp	200.490,06	Rp	204.499,86	Rp	204.499,86	Rp	204.499,86	Rp	208.589,86
Rp	140.944,28	Rp	140.944,28	Rp	140.944,28	Rp	143.763,17	Rp	143.763,17	Rp	143.763,17	Rp	146.638,43
Rp	135.296,27	Rp	135.296,27	Rp	135.296,27	Rp	138.002,19	Rp	138.002,19	Rp	138.002,19	Rp	140.762,24
Rp	19.762.632,67	Rp	19.762.632,67	Rp	19.762.632,67	Rp	20.157.885,32	Rp	20.157.885,32	Rp	20.157.885,32	Rp	20.561.043,03
Rp	3.090.194,88	Rp	3.090.194,88	Rp	3.090.194,88	Rp	3.151.998,77	Rp	3.151.998,77	Rp	3.151.998,77	Rp	3.215.038,75
Rp	2.172.403,49	Rp	2.172.403,49	Rp	2.172.403,49	Rp	2.215.851,56	Rp	2.215.851,56	Rp	2.215.851,56	Rp	2.260.168,59
Rp	1.485.605,14	Rp	1.485.605,14	Rp	1.485.605,14	Rp	1.515.317,25	Rp	1.515.317,25	Rp	1.515.317,25	Rp	1.545.623,59
Rp	59.845.276,91	Rp	59.845.276,91	Rp	59.845.276,91	Rp	61.042.182,44	Rp	61.042.182,44	Rp	61.042.182,44	Rp	62.263.026,09
Rp	9.059.201,72	Rp	9.059.201,72	Rp	9.059.201,72	Rp	9.240.385,75	Rp	9.240.385,75	Rp	9.240.385,75	Rp	9.425.193,47
Rp	6.368.608,51	Rp	6.368.608,51	Rp	6.368.608,51	Rp	6.495.980,68	Rp	6.495.980,68	Rp	6.495.980,68	Rp	6.625.900,29
Rp	2.235.911,06	Rp	2.235.911,06	Rp	2.235.911,06	Rp	2.280.629,28	Rp	2.280.629,28	Rp	2.280.629,28	Rp	2.326.241,86
Rp	131.499.614,06	Rp	131.499.614,06	Rp	131.499.614,06	Rp	134.129.606,34	Rp	134.129.606,34	Rp	134.129.606,34	Rp	136.812.198,47
Rp	20.055.734,34	Rp	20.055.734,34	Rp	20.055.734,34	Rp	20.456.849,03	Rp	20.456.849,03	Rp	20.456.849,03	Rp	20.865.986,01
Rp	14.099.158,44	Rp	14.099.158,44	Rp	14.099.158,44	Rp	14.381.141,61	Rp	14.381.141,61	Rp	14.381.141,61	Rp	14.668.764,44
Rp	2.780.449,73	Rp	2.780.449,73	Rp	2.780.449,73	Rp	2.836.058,72	Rp	2.836.058,72	Rp	2.836.058,72	Rp	2.892.779,90
Rp	1.297.193.410,65	Rp	1.297.193.410,65	Rp	1.297.193.410,65	Rp	1.323.137.278,87	Rp	1.323.137.278,87	Rp	1.323.137.278,87	Rp	1.349.600.024,45
Rp	205.279.868,07	Rp	205.279.868,07	Rp	205.279.868,07	Rp	209.385.465,43	Rp	209.385.465,43	Rp	209.385.465,43	Rp	213.573.174,74
Rp	144.311.513,88	Rp	144.311.513,88	Rp	144.311.513,88	Rp	147.197.744,16	Rp	147.197.744,16	Rp	147.197.744,16	Rp	150.141.699,04
Rp	12.036.619,64	Rp	12.036.619,64	Rp	12.036.619,64	Rp	12.277.352,03	Rp	12.277.352,03	Rp	12.277.352,03	Rp	12.522.899,08
Rp	1.294.074.022,52	Rp	1.294.074.022,52	Rp	1.294.074.022,52	Rp	1.319.955.502,97	Rp	1.319.955.502,97	Rp	1.319.955.502,97	Rp	1.346.354.613,02
Rp	198.561.674,14	Rp	198.561.674,14	Rp	198.561.674,14	Rp	202.532.907,62	Rp	202.532.907,62	Rp	202.532.907,62	Rp	206.583.565,77
Rp	139.263.714,17	Rp	139.263.714,17	Rp	139.263.714,17	Rp	142.048.988,45	Rp	142.048.988,45	Rp	142.048.988,45	Rp	144.889.968,22
Rp	5.203.080,80	Rp	5.203.080,80	Rp	5.203.080,80	Rp	5.307.142,41	Rp	5.307.142,41	Rp	5.307.142,41	Rp	5.413.285,26

	100%	100%	102%	100%	100%	102%	100%	100%	
Rp	1.336.522,03	Rp	1.336.522,03	Rp	1.363.252,47	Rp	1.363.252,47	Rp	1.390.517,52
Rp	208.589,86	Rp	208.589,86	Rp	212.761,65	Rp	212.761,65	Rp	217.016,89
Rp	146.638,43	Rp	146.638,43	Rp	149.571,20	Rp	149.571,20	Rp	152.562,63
Rp	140.762,24	Rp	140.762,24	Rp	143.577,48	Rp	143.577,48	Rp	146.449,03
Rp	20.561.043,03	Rp	20.561.043,03	Rp	20.972.263,89	Rp	20.972.263,89	Rp	21.391.709,17
Rp	3.215.038,75	Rp	3.215.038,75	Rp	3.279.339,53	Rp	3.279.339,53	Rp	3.344.926,32
Rp	2.260.168,59	Rp	2.260.168,59	Rp	2.305.371,96	Rp	2.305.371,96	Rp	2.351.479,40
Rp	1.545.623,59	Rp	1.545.623,59	Rp	1.576.536,06	Rp	1.576.536,06	Rp	1.608.066,78
Rp	62.263.026,09	Rp	62.263.026,09	Rp	63.508.286,62	Rp	63.508.286,62	Rp	64.778.452,35
Rp	9.425.193,47	Rp	9.425.193,47	Rp	9.613.697,34	Rp	9.613.697,34	Rp	9.805.971,29
Rp	6.625.900,29	Rp	6.625.900,29	Rp	6.758.418,30	Rp	6.758.418,30	Rp	6.893.586,67
Rp	2.326.241,86	Rp	2.326.241,86	Rp	2.372.766,70	Rp	2.372.766,70	Rp	2.420.222,04
Rp	136.812.198,47	Rp	136.812.198,47	Rp	139.548.442,44	Rp	139.548.442,44	Rp	142.339.411,29
Rp	20.865.986,01	Rp	20.865.986,01	Rp	21.283.305,73	Rp	21.283.305,73	Rp	21.708.971,85
Rp	14.668.764,44	Rp	14.668.764,44	Rp	14.962.139,73	Rp	14.962.139,73	Rp	15.261.382,53
Rp	2.892.779,90	Rp	2.892.779,90	Rp	2.950.635,49	Rp	2.950.635,49	Rp	3.009.648,20
Rp	1.349.600.024,45	Rp	1.349.600.024,45	Rp	1.376.592.024,93	Rp	1.376.592.024,93	Rp	1.404.123.865,43
Rp	213.573.174,74	Rp	213.573.174,74	Rp	217.844.638,23	Rp	217.844.638,23	Rp	222.201.531,00
Rp	150.141.699,04	Rp	150.141.699,04	Rp	153.144.533,02	Rp	153.144.533,02	Rp	156.207.423,68
Rp	12.522.899,08	Rp	12.522.899,08	Rp	12.773.357,06	Rp	12.773.357,06	Rp	13.028.824,20
Rp	1.346.354.613,02	Rp	1.346.354.613,02	Rp	1.373.281.705,29	Rp	1.373.281.705,29	Rp	1.400.747.339,39
Rp	206.583.565,77	Rp	206.583.565,77	Rp	210.715.237,09	Rp	210.715.237,09	Rp	214.929.541,83
Rp	144.889.968,22	Rp	144.889.968,22	Rp	147.787.767,59	Rp	147.787.767,59	Rp	150.743.522,94
Rp	5.413.285,26	Rp	5.413.285,26	Rp	5.521.550,97	Rp	5.521.550,97	Rp	5.631.981,99

B. Total Benefit							
1000 ≤ DWT ≤ 2000		Rp 1.692.958,34	Rp 1.692.958,34	Rp 1.726.817,51	Rp 1.726.817,51	Rp 1.726.817,51	
2001 ≤ DWT ≤ 5000		Rp 25.481.388,10	Rp 25.481.388,10	Rp 25.991.015,86	Rp 25.991.015,86	Rp 25.991.015,86	
5001 ≤ DWT ≤ 10000		Rp 74.499.229,33	Rp 74.499.229,33	Rp 75.989.213,92	Rp 75.989.213,92	Rp 75.989.213,92	
10001 ≤ DWT ≤ 20000		Rp 161.894.421,93	Rp 161.894.421,93	Rp 165.132.310,37	Rp 165.132.310,37	Rp 165.132.310,37	
20001 ≤ DWT ≤ 40000		Rp 1.594.407.355,10	Rp 1.594.407.355,10	Rp 1.626.295.502,20	Rp 1.626.295.502,20	Rp 1.626.295.502,20	
40001 ≤ DWT ≤ 65000		Rp 1.573.531.806,63	Rp 1.573.531.806,63	Rp 1.605.002.442,76	Rp 1.605.002.442,76	Rp 1.605.002.442,76	
C. Net Cash inflow (NCF) (NCF = B - A): (\$)							
1000 ≤ DWT ≤ 2000		-Rp 8.179.436,36	-Rp 8.179.436,36	-Rp 8.343.025,09	-Rp 8.343.025,09	-Rp 8.343.025,09	
	-Rp 24.384.500,00	-Rp 32.563.936,36	-Rp 40.743.372,72	-Rp 49.086.397,81	-Rp 57.429.422,89	-Rp 65.772.447,98	
	-	-	-	-	-	-	
2001 ≤ DWT ≤ 5000		-Rp 143.166,96	-Rp 143.166,96	-Rp 146.030,30	-Rp 146.030,30	-Rp 146.030,30	
	-Rp 24.384.500,00	-Rp 24.527.666,96	-Rp 24.670.833,93	-Rp 24.816.864,23	-Rp 24.962.894,53	-Rp 25.108.924,83	
	-	-	-	-	-	-	
5001 ≤ DWT ≤ 10000		Rp 16.337.523,39	Rp 16.337.523,39	Rp 16.664.273,86	Rp 16.664.273,86	Rp 16.664.273,86	
	-Rp 24.384.500,00	-Rp 8.046.976,61	Rp 8.290.546,79	Rp 24.954.820,65	Rp 41.619.094,51	Rp 58.283.368,37	
	-	-	BEP	BEP	BEP	BEP	
10001 ≤ DWT ≤ 20000		Rp 43.793.915,24	Rp 43.793.915,24	Rp 44.669.793,55	Rp 44.669.793,55	Rp 44.669.793,55	
	-Rp 24.384.500,00	Rp 19.409.415,24	Rp 63.203.330,48	Rp 107.873.124,03	Rp 152.542.917,58	Rp 197.212.711,13	
	-	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	
20001 ≤ DWT ≤ 40000		Rp 466.705.893,90	Rp 466.705.893,90	Rp 476.040.011,78	Rp 476.040.011,78	Rp 476.040.011,78	
	-Rp 24.384.500,00	Rp 442.321.393,90	Rp 909.027.287,80	Rp 1.385.067.299,58	Rp 1.861.107.311,37	Rp 2.337.147.323,15	
	-	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	
40001 ≤ DWT ≤ 65000		Rp 482.458.275,70	Rp 482.458.275,70	Rp 492.107.441,21	Rp 492.107.441,21	Rp 492.107.441,21	
	-Rp 24.384.500,00	Rp 458.073.775,70	Rp 940.532.051,40	Rp 1.432.639.492,61	Rp 1.924.746.933,83	Rp 2.416.854.375,04	
	-	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	

Rp 1.761.353,86	Rp 1.761.353,86	Rp 1.761.353,86	Rp 1.796.580,94	Rp 1.796.580,94	Rp 1.796.580,94	Rp 1.832.512,55
Rp 26.510.836,18	Rp 26.510.836,18	Rp 26.510.836,18	Rp 27.041.052,90	Rp 27.041.052,90	Rp 27.041.052,90	Rp 27.581.873,96
Rp 77.508.998,19	Rp 77.508.998,19	Rp 77.508.998,19	Rp 79.059.178,16	Rp 79.059.178,16	Rp 79.059.178,16	Rp 80.640.361,72
Rp 168.434.956,57	Rp 168.434.956,57	Rp 168.434.956,57	Rp 171.803.655,71	Rp 171.803.655,71	Rp 171.803.655,71	Rp 175.239.728,82
Rp 1.658.821.412,25	Rp 1.658.821.412,25	Rp 1.658.821.412,25	Rp 1.691.997.840,49	Rp 1.691.997.840,49	Rp 1.691.997.840,49	Rp 1.725.837.797,30
Rp 1.637.102.491,62	Rp 1.637.102.491,62	Rp 1.637.102.491,62	Rp 1.669.844.541,45	Rp 1.669.844.541,45	Rp 1.669.844.541,45	Rp 1.703.241.432,28
-Rp 8.509.885,59	-Rp 8.509.885,59	-Rp 8.509.885,59	-Rp 8.680.083,30	-Rp 8.680.083,30	-Rp 8.680.083,30	-Rp 8.853.684,97
-Rp 74.282.333,57	-Rp 82.792.219,16	-Rp 91.302.104,75	-Rp 99.982.188,05	-Rp 108.662.271,35	-Rp 117.342.354,65	-Rp 126.196.039,62
-	-	-	-	-	-	-
-Rp 148.950,91	-Rp 148.950,91	-Rp 148.950,91	-Rp 151.929,93	-Rp 151.929,93	-Rp 151.929,93	-Rp 154.968,52
-Rp 25.257.875,74	-Rp 25.406.826,65	-Rp 25.555.777,56	-Rp 25.707.707,48	-Rp 25.859.637,41	-Rp 26.011.567,34	-Rp 26.166.535,86
-	-	-	-	-	-	-
Rp 16.997.559,34	Rp 16.997.559,34	Rp 16.997.559,34	Rp 17.337.510,53	Rp 17.337.510,53	Rp 17.337.510,53	Rp 17.684.260,74
Rp 75.280.927,71	Rp 92.278.487,05	Rp 109.276.046,39	Rp 126.613.556,92	Rp 143.951.067,44	Rp 161.288.577,97	Rp 178.972.838,71
BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP
Rp 45.563.189,42	Rp 45.563.189,42	Rp 45.563.189,42	Rp 46.474.453,21	Rp 46.474.453,21	Rp 46.474.453,21	Rp 47.403.942,27
Rp 242.775.900,54	Rp 288.339.089,96	Rp 333.902.279,38	Rp 380.376.732,59	Rp 426.851.185,79	Rp 473.325.639,00	Rp 520.729.581,27
BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP
Rp 485.560.812,02	Rp 485.560.812,02	Rp 485.560.812,02	Rp 495.272.028,26	Rp 495.272.028,26	Rp 495.272.028,26	Rp 505.177.468,82
Rp 2.822.708.135,16	Rp 3.308.268.947,18	Rp 3.793.829.759,19	Rp 4.289.101.787,45	Rp 4.784.373.815,71	Rp 5.279.645.843,96	Rp 5.784.823.312,78
BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP
Rp 501.949.590,04	Rp 501.949.590,04	Rp 501.949.590,04	Rp 511.988.581,84	Rp 511.988.581,84	Rp 511.988.581,84	Rp 522.228.353,48
Rp 2.918.803.965,08	Rp 3.420.753.555,12	Rp 3.922.703.145,15	Rp 4.434.691.726,99	Rp 4.946.680.308,83	Rp 5.458.668.890,67	Rp 5.980.897.244,14
BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP

Rp 1.832.512,55	Rp 1.832.512,55	Rp 1.869.162,81	Rp 1.869.162,81	Rp 1.869.162,81	Rp 1.906.546,06	Rp 1.906.546,06	Rp 1.906.546,06
Rp 27.581.873,96	Rp 27.581.873,96	Rp 28.133.511,44	Rp 28.133.511,44	Rp 28.133.511,44	Rp 28.696.181,67	Rp 28.696.181,67	Rp 28.696.181,67
Rp 80.640.361,72	Rp 80.640.361,72	Rp 82.253.168,96	Rp 82.253.168,96	Rp 82.253.168,96	Rp 83.898.232,33	Rp 83.898.232,33	Rp 83.898.232,33
Rp 175.239.728,82	Rp 175.239.728,82	Rp 178.744.523,40	Rp 178.744.523,40	Rp 178.744.523,40	Rp 182.319.413,86	Rp 182.319.413,86	Rp 182.319.413,86
Rp 1.725.837.797,30	Rp 1.725.837.797,30	Rp 1.760.354.553,25	Rp 1.760.354.553,25	Rp 1.760.354.553,25	Rp 1.795.561.644,31	Rp 1.795.561.644,31	Rp 1.795.561.644,31
Rp 1.703.241.432,28	Rp 1.703.241.432,28	Rp 1.737.306.260,93	Rp 1.737.306.260,93	Rp 1.737.306.260,93	Rp 1.772.052.386,15	Rp 1.772.052.386,15	Rp 1.772.052.386,15
-Rp 8.853.684,97	-Rp 8.853.684,97	-Rp 9.030.758,67	-Rp 9.030.758,67	-Rp 9.030.758,67	-Rp 9.211.373,84	-Rp 9.211.373,84	-Rp 9.211.373,84
-Rp 135.049.724,58	-Rp 143.903.409,55	-Rp 152.934.168,22	-Rp 161.964.926,88	-Rp 170.995.685,55	-Rp 180.207.059,39	-Rp 189.418.433,23	-Rp 198.629.807,07
-	-	-	-	-	-	-	-
-Rp 154.968,52	-Rp 154.968,52	-Rp 158.067,90	-Rp 158.067,90	-Rp 158.067,90	-Rp 161.229,25	-Rp 161.229,25	-Rp 161.229,25
-Rp 26.321.504,39	-Rp 26.476.472,91	-Rp 26.634.540,81	-Rp 26.792.608,70	-Rp 26.950.676,60	-Rp 27.111.905,85	-Rp 27.273.135,11	-Rp 27.434.364,36
-	-	-	-	-	-	-	-
Rp 17.684.260,74	Rp 17.684.260,74	Rp 18.037.945,95	Rp 18.037.945,95	Rp 18.037.945,95	Rp 18.398.704,87	Rp 18.398.704,87	Rp 18.398.704,87
Rp 196.657.099,44	Rp 214.341.360,18	Rp 232.379.306,13	Rp 250.417.252,08	Rp 268.455.198,03	Rp 286.853.902,90	Rp 305.252.607,77	Rp 323.651.312,64
BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP
Rp 47.403.942,27	Rp 47.403.942,27	Rp 48.352.021,12	Rp 48.352.021,12	Rp 48.352.021,12	Rp 49.319.061,54	Rp 49.319.061,54	Rp 49.319.061,54
Rp 568.133.523,54	Rp 615.537.465,81	Rp 663.889.486,92	Rp 712.241.508,04	Rp 760.593.529,16	Rp 809.912.590,69	Rp 859.231.652,23	Rp 908.550.713,77
BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP
Rp 505.177.468,82	Rp 505.177.468,82	Rp 515.281.018,20	Rp 515.281.018,20	Rp 515.281.018,20	Rp 525.586.638,56	Rp 525.586.638,56	Rp 525.586.638,56
Rp 6.290.000.781,60	Rp 6.795.178.250,43	Rp 7.310.459.268,62	Rp 7.825.740.286,82	Rp 8.341.021.305,02	Rp 8.866.607.943,58	Rp 9.392.194.582,14	Rp 9.917.781.220,70
BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP
Rp 522.228.353,48	Rp 522.228.353,48	Rp 532.672.920,54	Rp 532.672.920,54	Rp 532.672.920,54	Rp 543.326.378,96	Rp 543.326.378,96	Rp 543.326.378,96
Rp 6.503.125.597,62	Rp 7.025.353.951,09	Rp 7.558.026.871,64	Rp 8.090.699.792,18	Rp 8.623.372.712,73	Rp 9.166.699.091,69	Rp 9.710.025.470,64	Rp 10.253.351.849,60
BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP

UKURAN	NPV	Status	Biaya	Manfaat	BCR	Payback Period
1000 ≤ DWT ≤ 2000	-Rp 908.215.494,53	NOT OK	Rp 234.694.644,92	Rp 36.064.837,86	0,15	#N/A
2001 ≤ DWT ≤ 5000	-Rp 251.116.894,37	NOT OK	Rp 570.260.556,55	Rp 542.826.192,19	0,95	#N/A
5001 ≤ DWT ≤ 10000	Rp 1.096.453.480,43	OK	Rp 1.263.394.605,85	Rp 1.587.045.918,50	1,26	2
10001 ≤ DWT ≤ 20000	Rp 3.341.469.887,62	OK	Rp 2.540.261.896,28	Rp 3.448.812.610,05	1,36	1
20001 ≤ DWT ≤ 40000	Rp 37.921.553.685,27	OK	Rp 24.047.639.738,89	Rp 33.965.420.959,59	1,41	1
40001 ≤ DWT ≤ 65000	Rp 39.209.572.729,54	OK	Rp 23.267.360.429,24	Rp 33.520.712.278,83	1,44	1
MARR	8%					

Analisis Kelayakan Kapal *General Cargo*

Rincian	0	1	2	3	4	5
---------	---	---	---	---	---	---

A. Cost: Cash outflow: Rupiah

A1. Capital Cost

Kontainer 20ft	Rp	16.000.000,00					
Internal power grid	Rp	1.136.000,00					
Low voltage cable	Rp	248.500,00					
Cable reel	Rp	7.000.000,00					

A2. Operating Cost

Peningkatan biaya MC 2% /3 tahun

Peningkatan Tarif 2% /3 tahun

		100%	100%	102%	100%	100%				
Maintenance cost	Rp	8.778.420,00	Rp	8.778.420,00	Rp	8.953.988,40	Rp	8.953.988,40	Rp	8.953.988,40
		100%		100%		102%		100%		100%
1000 ≤ DWT ≤ 2000	Rp	16.482.768,91	Rp	16.482.768,91	Rp	16.812.424,28	Rp	16.812.424,28	Rp	16.812.424,28
2001 ≤ DWT ≤ 5000	Rp	24.625.971,98	Rp	24.625.971,98	Rp	25.118.491,41	Rp	25.118.491,41	Rp	25.118.491,41
5001 ≤ DWT ≤ 10000	Rp	31.982.423,55	Rp	31.982.423,55	Rp	32.622.072,02	Rp	32.622.072,02	Rp	32.622.072,02
10001 ≤ DWT ≤ 20000	Rp	103.565.105,78	Rp	103.565.105,78	Rp	105.636.407,89	Rp	105.636.407,89	Rp	105.636.407,89

A. Total Cash Outflow: (A = A1 + A2 + A3)

1000 ≤ DWT ≤ 2000	Rp	24.384.500,00	Rp	25.261.188,91	Rp	25.261.188,91	Rp	25.766.412,68	Rp	25.766.412,68	Rp	25.766.412,68
2001 ≤ DWT ≤ 5000	Rp	24.384.500,00	Rp	33.404.391,98	Rp	33.404.391,98	Rp	34.072.479,81	Rp	34.072.479,81	Rp	34.072.479,81
5001 ≤ DWT ≤ 10000	Rp	24.384.500,00	Rp	40.760.843,55	Rp	40.760.843,55	Rp	41.576.060,42	Rp	41.576.060,42	Rp	41.576.060,42
10001 ≤ DWT ≤ 20000	Rp	24.384.500,00	Rp	112.343.525,78	Rp	112.343.525,78	Rp	114.590.396,29	Rp	114.590.396,29	Rp	114.590.396,29

6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	----	----	----

	102%		100%		100%		102%		100%		100%		102%
Rp	9.133.068,17	Rp	9.133.068,17	Rp	9.133.068,17	Rp	9.315.729,53	Rp	9.315.729,53	Rp	9.315.729,53	Rp	9.502.044,12
	102%		100%		100%		102%		100%		100%		102%
Rp	17.148.672,77	Rp	17.148.672,77	Rp	17.148.672,77	Rp	17.491.646,23	Rp	17.491.646,23	Rp	17.491.646,23	Rp	17.841.479,15
Rp	25.620.861,24	Rp	25.620.861,24	Rp	25.620.861,24	Rp	26.133.278,47	Rp	26.133.278,47	Rp	26.133.278,47	Rp	26.655.944,04
Rp	33.274.513,46	Rp	33.274.513,46	Rp	33.274.513,46	Rp	33.940.003,73	Rp	33.940.003,73	Rp	33.940.003,73	Rp	34.618.803,80
Rp	107.749.136,05	Rp	107.749.136,05	Rp	107.749.136,05	Rp	109.904.118,77	Rp	109.904.118,77	Rp	109.904.118,77	Rp	112.102.201,15

Rp	26.281.740,94	Rp	26.281.740,94	Rp	26.281.740,94	Rp	26.807.375,76	Rp	26.807.375,76	Rp	26.807.375,76	Rp	27.343.523,27
Rp	34.753.929,41	Rp	34.753.929,41	Rp	34.753.929,41	Rp	35.449.008,00	Rp	35.449.008,00	Rp	35.449.008,00	Rp	36.157.988,16
Rp	42.407.581,63	Rp	42.407.581,63	Rp	42.407.581,63	Rp	43.255.733,26	Rp	43.255.733,26	Rp	43.255.733,26	Rp	44.120.847,93
Rp	116.882.204,22	Rp	116.882.204,22	Rp	116.882.204,22	Rp	119.219.848,30	Rp	119.219.848,30	Rp	119.219.848,30	Rp	121.604.245,27

13	14	15	16	17	18	19	20
----	----	----	----	----	----	----	----

	100%		100%		102%		100%		100%		102%		100%		100%
Rp	9.502.044,12	Rp	9.502.044,12	Rp	9.692.085,00	Rp	9.692.085,00	Rp	9.692.085,00	Rp	9.885.926,70	Rp	9.885.926,70	Rp	9.885.926,70
	100%		100%		102%		100%		100%		102%		100%		100%
Rp	17.841.479,15	Rp	17.841.479,15	Rp	18.198.308,73	Rp	18.198.308,73	Rp	18.198.308,73	Rp	18.562.274,91	Rp	18.562.274,91	Rp	18.562.274,91
Rp	26.655.944,04	Rp	26.655.944,04	Rp	27.189.062,92	Rp	27.189.062,92	Rp	27.189.062,92	Rp	27.732.844,18	Rp	27.732.844,18	Rp	27.732.844,18
Rp	34.618.803,80	Rp	34.618.803,80	Rp	35.311.179,88	Rp	35.311.179,88	Rp	35.311.179,88	Rp	36.017.403,48	Rp	36.017.403,48	Rp	36.017.403,48
Rp	112.102.201,15	Rp	112.102.201,15	Rp	114.344.245,17	Rp	114.344.245,17	Rp	114.344.245,17	Rp	116.631.130,07	Rp	116.631.130,07	Rp	116.631.130,07

Rp	27.343.523,27	Rp	27.343.523,27	Rp	27.890.393,74	Rp	27.890.393,74	Rp	27.890.393,74	Rp	28.448.201,61	Rp	28.448.201,61	Rp	28.448.201,61
Rp	36.157.988,16	Rp	36.157.988,16	Rp	36.881.147,92	Rp	36.881.147,92	Rp	36.881.147,92	Rp	37.618.770,88	Rp	37.618.770,88	Rp	37.618.770,88
Rp	44.120.847,93	Rp	44.120.847,93	Rp	45.003.264,89	Rp	45.003.264,89	Rp	45.003.264,89	Rp	45.903.330,18	Rp	45.903.330,18	Rp	45.903.330,18
Rp	121.604.245,27	Rp	121.604.245,27	Rp	124.036.330,17	Rp	124.036.330,17	Rp	124.036.330,17	Rp	126.517.056,78	Rp	126.517.056,78	Rp	126.517.056,78

B. Benefit: Cash inflow: Rupiah

BENEFIT		100%	100%	102%	100%	100%
1000 ≤ DWT ≤ 2000						
BBM	Rp	18.955.597,34	Rp 18.955.597,34	Rp 19.334.709,28	Rp 19.334.709,28	Rp 19.334.709,28
Lubricating oil	Rp	2.905.824,38	Rp 2.905.824,38	Rp 2.963.940,86	Rp 2.963.940,86	Rp 2.963.940,86
Pajak emisi	Rp	2.042.791,23	Rp 2.042.791,23	Rp 2.083.647,06	Rp 2.083.647,06	Rp 2.083.647,06
Maintenance	Rp	2.241.064,11	Rp 2.241.064,11	Rp 2.285.885,40	Rp 2.285.885,40	Rp 2.285.885,40
2001 ≤ DWT ≤ 5000						
BBM	Rp	27.823.996,67	Rp 27.823.996,67	Rp 28.380.476,61	Rp 28.380.476,61	Rp 28.380.476,61
Lubricating oil	Rp	4.342.198,32	Rp 4.342.198,32	Rp 4.429.042,29	Rp 4.429.042,29	Rp 4.429.042,29
Pajak emisi	Rp	3.052.560,48	Rp 3.052.560,48	Rp 3.113.611,69	Rp 3.113.611,69	Rp 3.113.611,69
Maintenance	Rp	1.922.633,71	Rp 1.922.633,71	Rp 1.961.086,38	Rp 1.961.086,38	Rp 1.961.086,38
5001 ≤ DWT ≤ 10000						
BBM	Rp	36.114.083,11	Rp 36.114.083,11	Rp 36.836.364,77	Rp 36.836.364,77	Rp 36.836.364,77
Lubricating oil	Rp	5.638.895,49	Rp 5.638.895,49	Rp 5.751.673,39	Rp 5.751.673,39	Rp 5.751.673,39
Pajak emisi	Rp	3.964.137,12	Rp 3.964.137,12	Rp 4.043.419,86	Rp 4.043.419,86	Rp 4.043.419,86
Maintenance	Rp	2.023.856,71	Rp 2.023.856,71	Rp 2.064.333,84	Rp 2.064.333,84	Rp 2.064.333,84
10001 ≤ DWT ≤ 20000						
BBM	Rp	117.006.794,84	Rp 117.006.794,84	Rp 119.346.930,74	Rp 119.346.930,74	Rp 119.346.930,74
Lubricating oil	Rp	18.261.151,07	Rp 18.261.151,07	Rp 18.626.374,09	Rp 18.626.374,09	Rp 18.626.374,09
Pajak emisi	Rp	12.837.568,44	Rp 12.837.568,44	Rp 13.094.319,81	Rp 13.094.319,81	Rp 13.094.319,81
Maintenance	Rp	3.696.939,78	Rp 3.696.939,78	Rp 3.770.878,57	Rp 3.770.878,57	Rp 3.770.878,57

	102%		100%		100%		102%		100%		100%		102%
Rp	19.721.403,47	Rp	19.721.403,47	Rp	19.721.403,47	Rp	20.115.831,54	Rp	20.115.831,54	Rp	20.115.831,54	Rp	20.518.148,17
Rp	3.023.219,68	Rp	3.023.219,68	Rp	3.023.219,68	Rp	3.083.684,07	Rp	3.083.684,07	Rp	3.083.684,07	Rp	3.145.357,75
Rp	2.125.320,00	Rp	2.125.320,00	Rp	2.125.320,00	Rp	2.167.826,40	Rp	2.167.826,40	Rp	2.167.826,40	Rp	2.211.182,93
Rp	2.331.603,10	Rp	2.331.603,10	Rp	2.331.603,10	Rp	2.378.235,17	Rp	2.378.235,17	Rp	2.378.235,17	Rp	2.425.799,87
Rp	28.948.086,14	Rp	28.948.086,14	Rp	28.948.086,14	Rp	29.527.047,86	Rp	29.527.047,86	Rp	29.527.047,86	Rp	30.117.588,82
Rp	4.517.623,13	Rp	4.517.623,13	Rp	4.517.623,13	Rp	4.607.975,60	Rp	4.607.975,60	Rp	4.607.975,60	Rp	4.700.135,11
Rp	3.175.883,93	Rp	3.175.883,93	Rp	3.175.883,93	Rp	3.239.401,61	Rp	3.239.401,61	Rp	3.239.401,61	Rp	3.304.189,64
Rp	2.000.308,11	Rp	2.000.308,11	Rp	2.000.308,11	Rp	2.040.314,27	Rp	2.040.314,27	Rp	2.040.314,27	Rp	2.081.120,55
Rp	37.573.092,06	Rp	37.573.092,06	Rp	37.573.092,06	Rp	38.324.553,91	Rp	38.324.553,91	Rp	38.324.553,91	Rp	39.091.044,98
Rp	5.866.706,86	Rp	5.866.706,86	Rp	5.866.706,86	Rp	5.984.041,00	Rp	5.984.041,00	Rp	5.984.041,00	Rp	6.103.721,82
Rp	4.124.288,26	Rp	4.124.288,26	Rp	4.124.288,26	Rp	4.206.774,02	Rp	4.206.774,02	Rp	4.206.774,02	Rp	4.290.909,50
Rp	2.105.620,52	Rp	2.105.620,52	Rp	2.105.620,52	Rp	2.147.732,93	Rp	2.147.732,93	Rp	2.147.732,93	Rp	2.190.687,59
Rp	121.733.869,36	Rp	121.733.869,36	Rp	121.733.869,36	Rp	124.168.546,74	Rp	124.168.546,74	Rp	124.168.546,74	Rp	126.651.917,68
Rp	18.998.901,57	Rp	18.998.901,57	Rp	18.998.901,57	Rp	19.378.879,61	Rp	19.378.879,61	Rp	19.378.879,61	Rp	19.766.457,20
Rp	13.356.206,21	Rp	13.356.206,21	Rp	13.356.206,21	Rp	13.623.330,33	Rp	13.623.330,33	Rp	13.623.330,33	Rp	13.895.796,94
Rp	3.846.296,14	Rp	3.846.296,14	Rp	3.846.296,14	Rp	3.923.222,07	Rp	3.923.222,07	Rp	3.923.222,07	Rp	4.001.686,51

	100%		100%		102%		100%		100%		102%		100%		100%
Rp	20.518.148,17	Rp	20.518.148,17	Rp	20.928.511,13	Rp	20.928.511,13	Rp	20.928.511,13	Rp	21.347.081,36	Rp	21.347.081,36	Rp	21.347.081,36
Rp	3.145.357,75	Rp	3.145.357,75	Rp	3.208.264,91	Rp	3.208.264,91	Rp	3.208.264,91	Rp	3.272.430,21	Rp	3.272.430,21	Rp	3.272.430,21
Rp	2.211.182,93	Rp	2.211.182,93	Rp	2.255.406,58	Rp	2.255.406,58	Rp	2.255.406,58	Rp	2.300.514,72	Rp	2.300.514,72	Rp	2.300.514,72
Rp	2.425.799,87	Rp	2.425.799,87	Rp	2.474.315,87	Rp	2.474.315,87	Rp	2.474.315,87	Rp	2.523.802,18	Rp	2.523.802,18	Rp	2.523.802,18
Rp	30.117.588,82	Rp	30.117.588,82	Rp	30.719.940,59	Rp	30.719.940,59	Rp	30.719.940,59	Rp	31.334.339,41	Rp	31.334.339,41	Rp	31.334.339,41
Rp	4.700.135,11	Rp	4.700.135,11	Rp	4.794.137,81	Rp	4.794.137,81	Rp	4.794.137,81	Rp	4.890.020,57	Rp	4.890.020,57	Rp	4.890.020,57
Rp	3.304.189,64	Rp	3.304.189,64	Rp	3.370.273,43	Rp	3.370.273,43	Rp	3.370.273,43	Rp	3.437.678,90	Rp	3.437.678,90	Rp	3.437.678,90
Rp	2.081.120,55	Rp	2.081.120,55	Rp	2.122.742,97	Rp	2.122.742,97	Rp	2.122.742,97	Rp	2.165.197,83	Rp	2.165.197,83	Rp	2.165.197,83
Rp	39.091.044,98	Rp	39.091.044,98	Rp	39.872.865,88	Rp	39.872.865,88	Rp	39.872.865,88	Rp	40.670.323,20	Rp	40.670.323,20	Rp	40.670.323,20
Rp	6.103.721,82	Rp	6.103.721,82	Rp	6.225.796,26	Rp	6.225.796,26	Rp	6.225.796,26	Rp	6.350.312,18	Rp	6.350.312,18	Rp	6.350.312,18
Rp	4.290.909,50	Rp	4.290.909,50	Rp	4.376.727,69	Rp	4.376.727,69	Rp	4.376.727,69	Rp	4.464.262,24	Rp	4.464.262,24	Rp	4.464.262,24
Rp	2.190.687,59	Rp	2.190.687,59	Rp	2.234.501,34	Rp	2.234.501,34	Rp	2.234.501,34	Rp	2.279.191,37	Rp	2.279.191,37	Rp	2.279.191,37
Rp	126.651.917,68	Rp	126.651.917,68	Rp	129.184.956,03	Rp	129.184.956,03	Rp	129.184.956,03	Rp	131.768.655,15	Rp	131.768.655,15	Rp	131.768.655,15
Rp	19.766.457,20	Rp	19.766.457,20	Rp	20.161.786,34	Rp	20.161.786,34	Rp	20.161.786,34	Rp	20.565.022,07	Rp	20.565.022,07	Rp	20.565.022,07
Rp	13.895.796,94	Rp	13.895.796,94	Rp	14.173.712,88	Rp	14.173.712,88	Rp	14.173.712,88	Rp	14.457.187,14	Rp	14.457.187,14	Rp	14.457.187,14
Rp	4.001.686,51	Rp	4.001.686,51	Rp	4.081.720,24	Rp	4.081.720,24	Rp	4.081.720,24	Rp	4.163.354,64	Rp	4.163.354,64	Rp	4.163.354,64

B. Total Benefit							
1000 ≤ DWT ≤ 2000		Rp 26.145.277,06	Rp 26.145.277,06	Rp 26.668.182,60	Rp 26.668.182,60	Rp 26.668.182,60	Rp 26.668.182,60
2001 ≤ DWT ≤ 5000		Rp 37.141.389,18	Rp 37.141.389,18	Rp 37.884.216,96	Rp 37.884.216,96	Rp 37.884.216,96	Rp 37.884.216,96
5001 ≤ DWT ≤ 10000		Rp 47.740.972,42	Rp 47.740.972,42	Rp 48.695.791,86	Rp 48.695.791,86	Rp 48.695.791,86	Rp 48.695.791,86
10001 ≤ DWT ≤ 20000		Rp 151.802.454,14	Rp 151.802.454,14	Rp 154.838.503,22	Rp 154.838.503,22	Rp 154.838.503,22	Rp 154.838.503,22
C. Net Cash inflow (NCF) (NCF = B - A): (\$)							
1000 ≤ DWT ≤ 2000		Rp 884.088,15	Rp 884.088,15	Rp 901.769,92	Rp 901.769,92	Rp 901.769,92	Rp 901.769,92
	-Rp 24.384.500,00	-Rp 23.500.411,85	-Rp 22.616.323,70	-Rp 21.714.553,78	-Rp 20.812.783,87	-Rp 19.911.013,95	-Rp 19.911.013,95
		-	-	-	-	-	-
2001 ≤ DWT ≤ 5000		Rp 3.736.997,21	Rp 3.736.997,21	Rp 3.811.737,15	Rp 3.811.737,15	Rp 3.811.737,15	Rp 3.811.737,15
	-Rp 24.384.500,00	-Rp 20.647.502,79	-Rp 16.910.505,59	-Rp 13.098.768,44	-Rp 9.287.031,29	-Rp 5.475.294,14	-Rp 5.475.294,14
		-	-	-	-	-	-
5001 ≤ DWT ≤ 10000		Rp 6.980.128,87	Rp 6.980.128,87	Rp 7.119.731,44	Rp 7.119.731,44	Rp 7.119.731,44	Rp 7.119.731,44
	-Rp 24.384.500,00	-Rp 17.404.371,13	-Rp 10.424.242,27	-Rp 3.304.510,82	Rp 3.815.220,62	Rp 10.934.952,06	Rp 10.934.952,06
		-	-	-	BEP	BEP	BEP
10001 ≤ DWT ≤ 20000		Rp 39.458.928,36	Rp 39.458.928,36	Rp 40.248.106,93	Rp 40.248.106,93	Rp 40.248.106,93	Rp 40.248.106,93
	-Rp 24.384.500,00	Rp 15.074.428,36	Rp 54.533.356,72	Rp 94.781.463,65	Rp 135.029.570,57	Rp 175.277.677,50	Rp 175.277.677,50
		BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP

Rp 27.201.546,25	Rp 27.201.546,25	Rp 27.201.546,25	Rp 27.745.577,18	Rp 27.745.577,18	Rp 27.745.577,18	Rp 28.300.488,72
Rp 38.641.901,30	Rp 38.641.901,30	Rp 38.641.901,30	Rp 39.414.739,33	Rp 39.414.739,33	Rp 39.414.739,33	Rp 40.203.034,12
Rp 49.669.707,70	Rp 49.669.707,70	Rp 49.669.707,70	Rp 50.663.101,86	Rp 50.663.101,86	Rp 50.663.101,86	Rp 51.676.363,89
Rp 157.935.273,28	Rp 157.935.273,28	Rp 157.935.273,28	Rp 161.093.978,75	Rp 161.093.978,75	Rp 161.093.978,75	Rp 164.315.858,32
Rp 919.805,31	Rp 919.805,31	Rp 919.805,31	Rp 938.201,42	Rp 938.201,42	Rp 938.201,42	Rp 956.965,45
-Rp 18.991.208,64	-Rp 18.071.403,32	-Rp 17.151.598,01	-Rp 16.213.396,59	-Rp 15.275.195,17	-Rp 14.336.993,75	-Rp 13.380.028,30
-	-	-	-	-	-	-
Rp 3.887.971,89	Rp 3.887.971,89	Rp 3.887.971,89	Rp 3.965.731,33	Rp 3.965.731,33	Rp 3.965.731,33	Rp 4.045.045,96
-Rp 1.587.322,25	Rp 2.300.649,65	Rp 6.188.621,54	Rp 10.154.352,87	Rp 14.120.084,20	Rp 18.085.815,53	Rp 22.130.861,49
-	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP
Rp 7.262.126,07	Rp 7.262.126,07	Rp 7.262.126,07	Rp 7.407.368,59	Rp 7.407.368,59	Rp 7.407.368,59	Rp 7.555.515,97
Rp 18.197.078,14	Rp 25.459.204,21	Rp 32.721.330,28	Rp 40.128.698,87	Rp 47.536.067,47	Rp 54.943.436,06	Rp 62.498.952,03
BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP
Rp 41.053.069,07	Rp 41.053.069,07	Rp 41.053.069,07	Rp 41.874.130,45	Rp 41.874.130,45	Rp 41.874.130,45	Rp 42.711.613,06
Rp 216.330.746,57	Rp 257.383.815,63	Rp 298.436.884,70	Rp 340.311.015,14	Rp 382.185.145,59	Rp 424.059.276,04	Rp 466.770.889,09
BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP

Rp 28.300.488,72	Rp 28.300.488,72	Rp 28.866.498,49	Rp 28.866.498,49	Rp 28.866.498,49	Rp 29.443.828,46	Rp 29.443.828,46	Rp 29.443.828,46
Rp 40.203.034,12	Rp 40.203.034,12	Rp 41.007.094,80	Rp 41.007.094,80	Rp 41.007.094,80	Rp 41.827.236,69	Rp 41.827.236,69	Rp 41.827.236,69
Rp 51.676.363,89	Rp 51.676.363,89	Rp 52.709.891,17	Rp 52.709.891,17	Rp 52.709.891,17	Rp 53.764.088,99	Rp 53.764.088,99	Rp 53.764.088,99
Rp 164.315.858,32	Rp 164.315.858,32	Rp 167.602.175,49	Rp 167.602.175,49	Rp 167.602.175,49	Rp 170.954.219,00	Rp 170.954.219,00	Rp 170.954.219,00
Rp 956.965,45	Rp 956.965,45	Rp 976.104,76	Rp 976.104,76	Rp 976.104,76	Rp 995.626,85	Rp 995.626,85	Rp 995.626,85
-Rp 12.423.062,85	-Rp 11.466.097,41	-Rp 10.489.992,65	-Rp 9.513.887,89	-Rp 8.537.783,13	-Rp 7.542.156,28	-Rp 6.546.529,43	-Rp 5.550.902,58
-	-	-	-	-	-	-	-
Rp 4.045.045,96	Rp 4.045.045,96	Rp 4.125.946,88	Rp 4.125.946,88	Rp 4.125.946,88	Rp 4.208.465,81	Rp 4.208.465,81	Rp 4.208.465,81
Rp 26.175.907,45	Rp 30.220.953,40	Rp 34.346.900,28	Rp 38.472.847,16	Rp 42.598.794,03	Rp 46.807.259,85	Rp 51.015.725,66	Rp 55.224.191,47
BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP
Rp 7.555.515,97	Rp 7.555.515,97	Rp 7.706.626,29	Rp 7.706.626,29	Rp 7.706.626,29	Rp 7.860.758,81	Rp 7.860.758,81	Rp 7.860.758,81
Rp 70.054.467,99	Rp 77.609.983,96	Rp 85.316.610,25	Rp 93.023.236,53	Rp 100.729.862,82	Rp 108.590.621,63	Rp 116.451.380,44	Rp 124.312.139,25
BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP
Rp 42.711.613,06	Rp 42.711.613,06	Rp 43.565.845,32	Rp 43.565.845,32	Rp 43.565.845,32	Rp 44.437.162,22	Rp 44.437.162,22	Rp 44.437.162,22
Rp 509.482.502,15	Rp 552.194.115,20	Rp 595.759.960,52	Rp 639.325.805,84	Rp 682.891.651,15	Rp 727.328.813,38	Rp 771.765.975,60	Rp 816.203.137,82
BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP

UKURAN	NPV	Status	Biaya	Manfaat	BCR	Payback Period
1000 ≤ DWT ≤ 2000	-Rp 167.121.713,91	NOT OK	Rp 562.519.821,82	Rp 556.968.919,24	0,99	#N/A
2001 ≤ DWT ≤ 5000	Rp 66.151.021,58	OK	Rp 735.993.256,51	Rp 791.217.447,98	1,08	7
5001 ≤ DWT ≤ 10000	Rp 331.330.941,40	OK	Rp 892.706.642,01	Rp 1.017.018.781,26	1,14	4
10001 ≤ DWT ≤ 20000	Rp 2.987.012.654,86	OK	Rp 2.417.621.794,65	Rp 3.233.824.932,47	1,34	1
MARR	8%					

Analisis Sensitivitas Pelabuan

BCR	Profit																
	1,22	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%
Persentase Produksi	30%	0,38	0,39	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40	0,41	0,41	0,41	0,42	0,42	0,42	0,43	0,43	0,43
	40%	0,50	0,51	0,51	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,54	0,54	0,55	0,55	0,56	0,56	0,57	0,57
	50%	0,62	0,63	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	0,66	0,67	0,67	0,68	0,68	0,69	0,70	0,70	0,71
	60%	0,74	0,75	0,75	0,76	0,77	0,78	0,78	0,79	0,80	0,80	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84	0,84
	70%	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98
	80%	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12
	90%	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25
	100%	1,22	1,23	1,24	1,25	1,27	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,35	1,36	1,37	1,38	1,39
	110%	1,34	1,35	1,36	1,38	1,39	1,40	1,41	1,43	1,44	1,45	1,46	1,48	1,49	1,50	1,51	1,53
	120%	1,46	1,47	1,49	1,50	1,51	1,53	1,54	1,55	1,57	1,58	1,60	1,61	1,62	1,64	1,65	1,66
	130%	1,58	1,59	1,61	1,62	1,64	1,65	1,67	1,68	1,70	1,71	1,73	1,74	1,76	1,77	1,79	1,80
	140%	1,70	1,71	1,73	1,75	1,76	1,78	1,79	1,81	1,83	1,84	1,86	1,87	1,89	1,91	1,92	1,94
	150%	1,82	1,84	1,85	1,87	1,89	1,90	1,92	1,94	1,95	1,97	1,99	2,01	2,02	2,04	2,06	2,07

Analisis Sensitivitas Kapal Kontainer

Ukuran 1000 ≤ DWT ≤ 2000 Ton

BCR	Margin Profit Pelabuhan											
	0,15	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
Shipcall per Tahun	5	0,55	0,55	0,55	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,53	0,53
	6	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,59
	7	0,67	0,67	0,67	0,67	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,65	0,65
	8	0,73	0,72	0,72	0,72	0,71	0,71	0,71	0,70	0,70	0,70	0,69
	9	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76	0,75	0,75	0,75	0,74	0,74	0,74
	10	0,81	0,81	0,80	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78	0,77
	11	0,85	0,84	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
	12	0,88	0,88	0,87	0,87	0,86	0,86	0,85	0,85	0,84	0,84	0,84
	13	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	0,89	0,88	0,88	0,87	0,87	0,86
	14	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	0,89
	15	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91

Ukuran 2001 ≤ DWT ≤ 5000 Ton

BCR	Margin Profit Pelabuhan											
	0,95	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
Shipcall per Tahun	5	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91
	6	1,03	1,02	1,02	1,01	1,00	1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97
	7	1,08	1,07	1,06	1,06	1,05	1,04	1,04	1,03	1,02	1,02	1,01
	8	1,12	1,11	1,10	1,10	1,09	1,08	1,07	1,07	1,06	1,05	1,05
	9	1,15	1,14	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,10	1,09	1,08	1,07
	10	1,18	1,17	1,16	1,16	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11	1,11	1,10
	11	1,20	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14	1,14	1,13	1,12
	12	1,23	1,22	1,21	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15	1,15	1,14
	13	1,24	1,23	1,22	1,22	1,21	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15
	14	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,21	1,20	1,19	1,18	1,18	1,17
	15	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,22	1,21	1,20	1,19	1,18

Ukuran 5001 ≤ DWT ≤ 10000 Ton

BCR	Margin Profit Pelabuhan											
	1,26	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
Shipcall per Tahun	5	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,21	1,20	1,19	1,18	1,17
	6	1,30	1,29	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,21	1,20
	7	1,33	1,32	1,31	1,29	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22
	8	1,35	1,34	1,32	1,31	1,30	1,29	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24
	9	1,36	1,35	1,34	1,33	1,32	1,31	1,30	1,29	1,28	1,27	1,26
	10	1,38	1,36	1,35	1,34	1,33	1,32	1,31	1,30	1,29	1,28	1,27
	11	1,39	1,38	1,36	1,35	1,34	1,33	1,32	1,31	1,30	1,29	1,28
	14	1,41	1,40	1,39	1,38	1,36	1,35	1,34	1,33	1,32	1,31	1,30
	15	1,42	1,41	1,39	1,38	1,37	1,36	1,35	1,33	1,32	1,31	1,30

Ukuran 10001 ≤ DWT ≤ 20000 Ton

BCR	Margin Profit Pelabuhan											
Shipcall per Tahun	1,36	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
	5	1,40	1,38	1,37	1,36	1,35	1,34	1,32	1,31	1,30	1,29	1,28
	6	1,41	1,40	1,38	1,37	1,36	1,35	1,34	1,32	1,31	1,30	1,29
	7	1,42	1,41	1,39	1,38	1,37	1,36	1,35	1,33	1,32	1,31	1,30
	8	1,43	1,41	1,40	1,39	1,38	1,36	1,35	1,34	1,33	1,32	1,31
	9	1,43	1,42	1,41	1,39	1,38	1,37	1,36	1,35	1,33	1,32	1,31
	10	1,44	1,42	1,41	1,40	1,39	1,37	1,36	1,35	1,34	1,33	1,32
	11	1,44	1,43	1,41	1,40	1,39	1,38	1,36	1,35	1,34	1,33	1,32
	14	1,45	1,44	1,42	1,41	1,40	1,38	1,37	1,36	1,35	1,34	1,33
	15	1,45	1,44	1,42	1,41	1,40	1,39	1,37	1,36	1,35	1,34	1,33

Ukuran 20001 ≤ DWT ≤ 40000 Ton

BCR	Margin Profit Pelabuhan											
Shipcall per Tahun	1,41	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
	5	1,409	1,396	1,383	1,370	1,358	1,346	1,334	1,322	1,310	1,299	1,288
	6	1,412	1,398	1,385	1,373	1,360	1,348	1,336	1,324	1,313	1,301	1,290
	7	1,413	1,400	1,387	1,375	1,362	1,350	1,338	1,326	1,314	1,303	1,291
	8	1,415	1,402	1,389	1,376	1,363	1,351	1,339	1,327	1,315	1,304	1,293
	9	1,416	1,403	1,390	1,377	1,364	1,352	1,340	1,328	1,316	1,305	1,294
	10	1,417	1,404	1,391	1,378	1,365	1,353	1,341	1,329	1,317	1,306	1,294
	11	1,418	1,404	1,391	1,378	1,366	1,353	1,341	1,329	1,318	1,306	1,295
	12	1,418	1,405	1,392	1,379	1,366	1,354	1,342	1,330	1,318	1,307	1,295
	13	1,419	1,405	1,392	1,379	1,367	1,355	1,342	1,330	1,319	1,307	1,296
14	1,419	1,406	1,393	1,380	1,367	1,355	1,343	1,331	1,319	1,308	1,296	
15	1,420	1,406	1,393	1,380	1,368	1,355	1,343	1,331	1,319	1,308	1,297	

Ukuran 40001 ≤ DWT ≤ 65000 Ton

BCR	Margin Profit Pelabuhan											
Shipcall per Tahun	1,44	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
	5	1,4493	1,4357	1,4223	1,4092	1,3963	1,3836	1,3712	1,3590	1,3470	1,3352	1,3237
	6	1,4501	1,4364	1,4231	1,4099	1,3970	1,3843	1,3719	1,3597	1,3477	1,3359	1,3243
	7	1,4506	1,4370	1,4236	1,4104	1,3975	1,3848	1,3724	1,3602	1,3481	1,3363	1,3247
	8	1,4510	1,4374	1,4240	1,4108	1,3979	1,3852	1,3727	1,3605	1,3485	1,3367	1,3251
	9	1,4513	1,4377	1,4243	1,4111	1,3982	1,3855	1,3730	1,3608	1,3488	1,3370	1,3253
	10	1,4516	1,4379	1,4245	1,4113	1,3984	1,3857	1,3733	1,3610	1,3490	1,3372	1,3256
	11	1,4518	1,4381	1,4247	1,4115	1,3986	1,3859	1,3734	1,3612	1,3492	1,3373	1,3257
	12	1,4520	1,4383	1,4249	1,4117	1,3988	1,3861	1,3736	1,3613	1,3493	1,3375	1,3259
	13	1,4521	1,4384	1,4250	1,4118	1,3989	1,3862	1,3737	1,3615	1,3494	1,3376	1,3260
14	1,4523	1,4386	1,4251	1,4120	1,3990	1,3863	1,3738	1,3616	1,3495	1,3377	1,3261	
15	1,4524	1,4387	1,4252	1,4121	1,3991	1,3864	1,3739	1,3617	1,3496	1,3378	1,3262	

Analisis Sensitivitas Kapal *General Cargo*

Ukuran $1000 \leq DWT \leq 2000$ Ton

BCR	Margin Profit Pelabuhan											
Shipcall per Tahun	0,99	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
	5	0,57	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
	6	0,63	0,63	0,63	0,63	0,62	0,62	0,62	0,62	0,61	0,61	0,61
	7	0,69	0,69	0,69	0,68	0,68	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67	0,66
	8	0,75	0,74	0,74	0,74	0,73	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72	0,71
	9	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78	0,77	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76
	10	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,80	0,80	0,79
	11	0,87	0,87	0,86	0,86	0,85	0,85	0,84	0,84	0,84	0,83	0,83
	12	0,91	0,90	0,90	0,89	0,89	0,88	0,88	0,87	0,87	0,86	0,86
	13	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	0,89
	14	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91
	15	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93

Ukuran $2001 \leq DWT \leq 5000$ Ton

BCR	Margin Profit Pelabuhan											
Shipcall per Tahun	1,08	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
	5	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	0,89	0,88	0,88
	6	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93
	7	1,04	1,04	1,03	1,02	1,02	1,01	1,00	1,00	0,99	0,99	0,98
	8	1,09	1,08	1,07	1,06	1,06	1,05	1,04	1,04	1,03	1,02	1,02
	9	1,12	1,11	1,10	1,10	1,09	1,08	1,07	1,07	1,06	1,05	1,05
	10	1,15	1,14	1,13	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,09	1,08	1,07
	11	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14	1,13	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09
	12	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11
	13	1,22	1,21	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15	1,15	1,14	1,13
	14	1,23	1,22	1,21	1,21	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14
	15	1,25	1,24	1,23	1,22	1,21	1,20	1,19	1,18	1,17	1,17	1,16

Ukuran 5001 ≤ DWT ≤ 10000 Ton

BCR	Margin Profit Pelabuhan											
	1,14	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
Shipcall per Tahun	5	1,15	1,14	1,13	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,09	1,08	1,07
	6	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14	1,14	1,13	1,12	1,11
	7	1,23	1,22	1,21	1,20	1,19	1,18	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14
	8	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,21	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16
	9	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,21	1,20	1,19	1,18
	10	1,30	1,29	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,21	1,20
	11	1,31	1,30	1,29	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,21
	12	1,33	1,32	1,31	1,30	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22
	13	1,34	1,33	1,32	1,31	1,30	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23
	14	1,35	1,34	1,33	1,32	1,30	1,29	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24
	15	1,36	1,35	1,33	1,32	1,31	1,30	1,29	1,28	1,27	1,26	1,25

Ukuran 10001 ≤ DWT ≤ 20000 Ton

BCR	Margin Profit Pelabuhan											
	1,34	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
Shipcall per Tahun	5	1,33	1,31	1,30	1,29	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22
	6	1,35	1,34	1,32	1,31	1,30	1,29	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24
	7	1,36	1,35	1,34	1,33	1,32	1,31	1,29	1,28	1,27	1,26	1,25
	8	1,38	1,36	1,35	1,34	1,33	1,32	1,31	1,29	1,28	1,27	1,26
	9	1,38	1,37	1,36	1,35	1,34	1,33	1,31	1,30	1,29	1,28	1,27
	10	1,39	1,38	1,37	1,36	1,34	1,33	1,32	1,31	1,30	1,29	1,28
	11	1,40	1,39	1,37	1,36	1,35	1,34	1,33	1,32	1,30	1,29	1,28
	12	1,40	1,39	1,38	1,37	1,35	1,34	1,33	1,32	1,31	1,30	1,29
	13	1,41	1,40	1,38	1,37	1,36	1,35	1,34	1,32	1,31	1,30	1,29
	14	1,41	1,40	1,39	1,37	1,36	1,35	1,34	1,33	1,32	1,30	1,29
	15	1,42	1,40	1,39	1,38	1,37	1,35	1,34	1,33	1,32	1,31	1,30



Yosda Yoga Alfa Kananta dilahirkan di Banyuwangi, Jawa Timur, pada tanggal 1 April 1995. Penulis merupakan anak satu – satunya dari pasangan Bapak Wuryanto dan Ibu Harisihpawikaningtias. Penulis telah menempuh pendidikan di TK Katolik Santo Petrus Jajag (2000 – 2001), SD Katolik Santo Petrus Jajag (2001 – 2003), SD Kristen Aletheia Genteng (2003 – 2007), SMP Negeri 1 Cluring (2007 – 2010), dan SMA Negeri 1 Genteng (2010 – 2013). Penulis kemudian menempuh pendidikan sarjana di Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya melalui program SNMPTN pada tahun 2013 sampai tahun 2018. Selama menempuh pendidikan, penulis pernah menjadi Staff Kewirausahaan HIMASEATRANS periode 2015 – 2016. Bagi para pembaca yang ingin menghubungi penulis, bisa melalui alamat email di *yosdayoga@gmail.com*.