



**TUGAS AKHIR - MS141501**

**ANALISIS POLA OPERASI DAN PERANCANGAN  
ANGKUTAN *CRUDE PALM OIL* (CPO):  
STUDI KASUS KALIMANTAN TENGAH - JAWA TIMUR**

Izzatul Lailiah

NRP. 0441144000048

**DOSEN PEMBIMBING**

Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.

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

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

**2018**



---

**TUGAS AKHIR - MS141501**

**ANALISIS POLA OPERASI DAN PERANCANGAN  
ANGKUTAN *CRUDE PALM OIL* (CPO):**

**STUDI KASUS KALIMANTAN TENGAH - JAWA TIMUR**

**Izzatul Lailiah**

**NRP. 04411440000048**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.**

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

**DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT**

**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2018**



---

**FINAL PROJECT - MS141501**

**ANALYSIS OF OPERATION AND DESIGN OF CRUDE PALM  
OIL (CPO) TRANSPORT:  
CASE STUDY KALIMANTAN TENGAH - JAWA TIMUR**

**Izzatul Lailiah**

**NRP. 04411440000048**

**SUPERVISORS :**

**Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.**

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

**DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION**

**FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY**

**SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY**

**SURABAYA**

**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS POLA OPERASI DAN PERANCANGAN ANGKUTAN**  
**CRUDE PALM OIL (CPO): STUDI KASUS KALIMANTAN**  
**TENGAH – JAWA TIMUR**

**TUGAS AKHIR**

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

Oleh :

**IZZATUL LAILIAH**  
NRP. 0441144 000 0048

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.  
NIP. 19690610 1995 12 1 001



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

SURABAYA, JULI 2018

## LEMBAR REVISI

# ANALISIS POLA OPERASI DAN PERANCANGAN ANGKUTAN *CRUDE PALM OIL (CPO): STUDI KASUS KALIMANTAN TENGAH – JAWA TIMUR*

### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 18 Juli 2018

Departemen Teknik Transportasi Laut  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**IZZATUL LAILIAH**  
NRP. 0441144 000 0048

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Dr. Eng. I G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.
2. Christino Boyke Surya Permana, S.T., M.T.
3. Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
2. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.



SURABAYA, JULI 2018

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat mengerjakan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Pola Operasi dan Perancangan Angkutan Crude Palm Oil (CPO): Studi Kasus Kalimantan Tengah – Jawa Timur**” ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam tak lupa penulis sampaikan pada junjungan Nabi Besar Muhammad Rasulullah SAW yang telah memberikan petunjuk jalan kebenaran bagi kita semua. Pada kesempatan kali ini, perkenankan penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Firmanto Hadi, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, ilmu dan arahan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini dengan sabar.
2. Bapak Christino Boyke Surya Permana, S.T., M.T. selaku dosen wali penulis yang senantiasa memberikan segala dukungan.
3. Dosen-dosen Departemen Teknik Transportasi Laut yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
4. Kedua orang tua penulis Ayahanda Hadi Santoso (Alm) dan Ibunda Chustiyah yang selalu mendoakan, menyemangati serta memberikan kasih dan sayang.
5. Putra Alhamda yang telah membantu, menyemangati, dan selalu sabar selama penulis mengerjakan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman “DANFORTH” yang telah memberi dukungan selama masa perkuliahan.
7. Sahabat-sahabat tercinta Mega Andjar Sari, Sintha Ariprianti, Debi Ambarwati dan Febi Rosa yang selalu menghibur dan memberi semangat.
8. Kakak-kakak dan adik-adik SEATRANS atas dukungan dan bantuannya.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Juli 2018

Izzatul Lailiah

# **ANALISIS POLA OPERASI DAN PERANCANGAN ANGKUTAN CPO *CRUDE PALM OIL* (CPO): STUDI KASUS KALIMANTAN TENGAH – JAWA TIMUR**

Nama Mahasiswa : Izzatul Lailiah  
NRP : 044144000048  
Departemen / Fakultas : Teknik Transportasi Laut / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : 1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.  
2. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

## **ABSTRAK**

Kelapa sawit sebagai tanaman penghasil *Crude Palm Oil* (CPO) yang menjadi sumber penghasil devisa utama bagi Indonesia. Pulau Kalimantan merupakan salah satu penghasil CPO terbesar di negeri ini. Peralihan ke sumber energi alternatif, *biofuel*, dan *biodiesel* membutuhkan CPO lebih banyak. Saat ini pengiriman CPO menggunakan SPOB dengan DWT antara 1000 hingga 4000 ton. Namun kondisi seperti itu pengiriman CPO tidak optimum karena moda angkut yang digunakan kembali tanpa muatan (muatan kosong). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memilih moda angkut dengan memperhatikan *unit cost* CPO paling murah menggunakan *flexy bag* di dalam peti kemas (*container*). Moda angkutan yang menjadi pilihan adalah Kapal Tanker, SPOB, SPCB, dan Kapal Peti Kemas (*container ship*). Perhitungan *unit cost* CPO dilakukan dengan 2 (dua) skenario yaitu membangun kapal baru dan menyewa kapal dengan permintaan CPO untuk 20 tahun yang akan datang. Hasil dari perhitungan menunjukkan bahwa SPOB dengan skenario menyewa kapal adalah moda angkut CPO dengan *unit cost* paling rendah yaitu sebesar Rp 74,381 per ton pada *demand* CPO sebanyak 1,860,0000 ton/tahun. Sedangkan jika menggunakan alternatif kemasan, maka SPCB dengan skenario menyewa kapal adalah moda angkut CPO yang menghasilkan *unit cost* lebih rendah daripada SPOB yaitu sebesar Rp 236,562 per ton saat *demand* CPO sebanyak 186,000 ton/tahun.

**Kata kunci :** *Crude Palm Oil (CPO), Optimasi, Flexy Bag*

# **ANALYSIS OF OPERATION AND DESIGN OF CRUDE PALM OIL (CPO) TRANSPORT: CASE STUDY KALIMANTAN TENGAH – JAWA TIMUR**

Author : Izzatul Lailiah  
ID No. : 0441440000048  
Dept. / Faculty : Marine Transportation / Marine Technology  
Supervisors : 1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.  
2. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

## **ABSTRACT**

Palm oil as a crop producing Crude Palm Oil (CPO) which is the main source of foreign exchange earners for Indonesia. Kalimantan island is one of the largest CPO producers in the country. The transition to alternative energy sources, biofuels, biodiesel require more CPO. Currently CPO shipment are using SPOB range of 1000 to 4000 tons DWT. However such shipping conditions of CPO is not optimum because the carrier vessels are hauling back without any commodity (empty). The purpose of this research is choose the mode of transportation by taking into account the lowest unit cost of CPO using the flexy bag inside the container. The preferred mode of transportation is Tanker ship, SPOB, SPCB, and Container ships. The calculation unit cost of CPO divided in to 2 (two) scenarios which is build new ships and charter ships with CPO demand for 20 years to come. The result of the calculation indicate that SPOB with scenario of charter ships is the transport mode CPO with the lowest unit cost is Rp 74,381 per ton on the demand of CPO of 1,860,000 tons/year. Meanwhile if using an alternative packaging, SPCB with scenario of charter ships is the transport mode CPO that produces lower unit cost than SPOB which is Rp 236,562 per ton when the demand of CPO is 186,000 tons /year.

**Keywords:** *Crude Palm Oil (CPO), Optimization, Flexy Bag*

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR REVISI .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Hipotesis.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....	5
2.2 Alternatif Kemasan .....	6
2.3 Peti Kemas ( <i>Container</i> ).....	8
2.4 Alternatif Moda Transportasi Laut.....	11
2.5 Manajemen Rantai Pasok <i>Product Oil</i> .....	14
2.6 Penawaran ( <i>Supply</i> ) dan Permintaan ( <i>Demand</i> ) .....	19
2.7 Biaya Transportasi Laut .....	20
2.8 Penyewaan Kapal .....	22
2.9 Tipe Operasional Kapal.....	24
2.10 Teori Optimasi .....	25

2.11 Analisis Sensitivitas .....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	27
3.2 Model Matematis .....	29
<b>BAB IV GAMBARAN UMUM .....</b>	<b>33</b>
4.1 Kalimantan Tengah .....	33
4.2 Jawa Timur (Surabaya) .....	35
4.3 CPO ( <i>Crude Palm Oil</i> ).....	37
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
5.1 Rute Pengiriman CPO ( <i>Crude Palm Oil</i> ).....	39
5.2 Alternatif Kemasan Pengiriman CPO .....	40
5.3 Kapal Pembanding .....	42
5.4 Perhitungan Kapasitas Maksimal Muatan.....	47
5.5 Perhitungan Waktu.....	48
5.6 Pola Operasi Kapal.....	49
5.7 Perhitungan Biaya .....	50
5.8 Analisis Sensitivitas .....	56
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>59</b>
6.1 Kesimpulan .....	59
6.2 Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>63</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Flexi Bag</i> .....	7
Gambar 2. <i>General Cargo Container</i> .....	8
Gambar 3. <i>Thermal Container</i> .....	9
Gambar 4. <i>Tank Container</i> .....	9
Gambar 5. <i>Dry Bulk Container</i> .....	9
Gambar 6. <i>Platform Container</i> .....	10
Gambar 7. <i>Collapsible Container</i> .....	10
Gambar 8. <i>Air Mode Container</i> .....	10
Gambar 9. Kapal Tanker .....	12
Gambar 10. Kapal Peti Kemas (Container ship) .....	13
Gambar 11. SPCB ( <i>Self Propelled Container Barge</i> ).....	14
Gambar 12. Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir .....	27
Gambar 13. Peta Pulau Kalimantan .....	33
Gambar 14. Peta Pelabuhan Bagendang.....	35
Gambar 15. Peta Jawa Timur .....	36
Gambar 16. Peta Pelabuhan Tanjung Perak .....	37
Gambar 17. Diagram Permintaan CPO di Indonesia .....	38
Gambar 18. Skenario Rute Pengiriman .....	39
Gambar 19. Grafik <i>Unit Cost</i> terhadap <i>Demand</i> pada SPOB Sewa.....	56
Gambar 20. Grafik <i>Unit Cost</i> terhadap <i>Demand</i> pada SPCB Sewa.....	56
Gambar 21. Grafik <i>Demand</i> CPO .....	57
Gambar 22. Diagram Perbandingan Unit Cost.....	57
Gambar 23. Grafik Load Factor SPCB Sewa.....	57
Gambar 24. Jumlah SPOB Sewa terhadap <i>Demand</i> .....	58
Gambar 25. Jumlah SPCB Sewa terhadap <i>Demand</i> .....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Produksi Minyak Sawit Indonesia .....	1
Tabel 2. Produksi Minyak Kelapa Sawit 2016.....	2
Tabel 3. Komponen Penyusun Minyak Sawit .....	6
Tabel 4. Dimensi Peti Kemas .....	8
Tabel 5. Pengaruh <i>Supply</i> dan <i>Demand</i> .....	19
Tabel 6. Kondisi Pelabuhan Sampit dan Pelabuhan Bagendang.....	34
Tabel 7. Kondisi Pelabuhan Nilam Utara.....	35
Tabel 8. Data Pendukung Perhitungan Kapal Tanker dan SPOB .....	40
Tabel 9. Data Pendukung Perhitungan Kapal <i>Container</i> dan SPCB.....	41
Tabel 10. Kapal Pembanding Tanker .....	42
Tabel 11. Perbandingan Ukuran Utama Kapal Tanker .....	43
Tabel 12. Pembanding SPOB .....	43
Tabel 13. Perbandingan Ukuran Utama SPOB .....	44
Tabel 14. Pembanding SPCB .....	44
Tabel 15. Perbandingan Ukuran Utama SPCB .....	45
Tabel 16. Kapal Pembanding <i>Container</i> .....	46
Tabel 17. Perbandingan Ukuran Utama Kapal <i>Container</i> .....	47
Tabel 18. Biaya Modal Bangun Kapal .....	51
Tabel 19. <i>Time Charter Hire</i> .....	51
Tabel 20. Biaya Operasional Kapal.....	52
Tabel 21. Biaya Pelayaran Skenario Kapal Baru .....	52
Tabel 22. Biaya Pelayaran Skenario Kapal Sewa .....	52
Tabel 23. Biaya Bongkar Muat Skenario Kapal Baru.....	53
Tabel 24. Biaya Bongkar Muat Skenario Kapal Sewa.....	53
Tabel 25. Biaya Investasi Skenario Kapal Baru.....	54
Tabel 26. Biaya Investasi Skenario Kapal Sewa.....	54
Tabel 27. Total Biaya Skenario Kapal Baru .....	55
Tabel 28. Total Biaya Skenario Kapal Sewa.....	55
Tabel 29. Unit Cost CPO Skenario Kapal Baru .....	55
Tabel 30. Unit Cost CPO Skenario Kapal Sewa .....	55



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit sebagai tanaman penghasil *Crude Palm Oil* (CPO) yang menjadi sumber penghasil devisa utama bagi Indonesia. Pulau Kalimantan merupakan salah satu pulau penghasil minyak kelapa sawit terbesar di negeri ini. Prospek pasar *Crude Palm Oil* (CPO) di masa mendatang terlihat sangat cerah untuk domestik maupun untuk ekspor. Produksi CPO/minyak sawit dunia didominasi oleh Indonesia dan Malaysia. Kedua negara ini secara total menghasilkan sekitar 85-90% dari total produksi minyak sawit dunia.

Dalam jangka panjang, permintaan akan minyak sawit menunjukkan kecenderungan meningkat sejalan dengan jumlah populasi dunia yang bertumbuh dan karenanya meningkatkan konsumsi produk-produk dengan bahan baku minyak sawit. Adanya peralihan ke sumber energi alternatif, biofuel, dan biodiesel yang membutuhkan minyak sawit lebih banyak juga berperan penting dalam popularitas kelapa sawit. Berdasarkan data dari Oil World, tren penggunaan komoditi berbasis minyak kelapa sawit di pasar global terus meningkat dari waktu ke waktu mengalahkan industri berbasis komoditi vegetable oil lainnya seperti minyak gandum, minyak jagung, minyak kelapa. *Crude Palm Oil* (CPO) memiliki manfaat sebagai bahan bakar alternatif biodiesel, bahan dasar industri (industri sabun, industri kosmetik, industri makanan), obat karena kandungan minyak nabati berprospek tinggi, dan lain-lain.

Tabel 1. Produksi Minyak Sawit Indonesia

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Produksi (juta ton)	19.2	19.4	21.8	23.5	26.5	30	31.5	32.5	32
Luas Areal (juta ha)	n.a	n.a	n.a	n.a	9.6	10.5	10.7	11.4	11.8

Sumber: *Indonesia Palm Oil Producers Association (Gapki)&Indonesian Ministry of Agriculture*

Cerahnya prospek komoditi minyak kelapa sawit dalam perdagangan minyak nabati dunia telah mendorong pemerintah Indonesia untuk memacu pengembangan areal perkebunan kelapa sawit. Berkembangnya sub-sektor perkebunan kelapa sawit di Indonesia tidak lepas dari adanya kebijakan pemerintah yang memberikan berbagai insentif, terutama kemudahan dalam hal perijinan dan bantuan subsidi investasi untuk pembangunan perkebunan rakyat dengan pola PIR-Bun dan dalam pembukaan wilayah baru untuk areal perkebunan besar swasta.

Besarnya produksi yang mampu dihasilkan, tentunya berdampak positif bagi perekonomian Indonesia, baik dari segi kontribusinya terhadap pendapatan negara, maupun besarnya tenaga kerja yang terserap di sektor kelapa sawit. Sektor ini juga mampu meningkatkan taraf hidup masyarakat di sekitar perkebunan sawit. Boleh dibilang, industri minyak sawit ini dapat diharapkan menjadi motor pertumbuhan ekonomi nasional. Tabel 1. menunjukkan bahwa produksi kelapa sawit naik drastis selama 1 (satu) dekade terakhir. Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (Gapki) menyatakan bahwa Indonesia bisa memproduksi paling tidak 40 juta ton kelapa sawit per tahun mulai dari tahun 2020. Industri kelapa sawit mempunyai rantai bisnis yang cukup panjang dan saling terkait mulai dari penyiapan lahan, pembibitan, supporting industri, pengolahan di industri hulu sampai pada industri hilir. Kebijakan pengembangan sektor ini benar-benar harus melalui koordinasi yang kuat antar instansi terkait sehingga bisa mencapai hasil yang optimal bagi pembangunan ekonomi nasional.

Tabel 2. Produksi Minyak Kelapa Sawit 2016

Negara	Produksi (ton metrik)
Indonesia	36,000,000
Malaysia	21,000,000
Thailand	2,200,000
Kolombia	1,320,000
Nigeria	970,000
<b>Dunia</b>	<b>58,800,000</b>

Sumber: Index Mundi

CPO yang dihasilkan Indonesia sebanyak 36 juta metric ton (MT), Malaysia (21 juta MT), Thailand (2,2 juta MT), Kolombia (1,3 juta MT), Nigeria (970 ribu MT ) dan beberapa negara penghasil CPO rata-rata memberikan kontribusi 4,7 juta MT. Pada tabel 2 secara keseluruhan *market share* produksi CPO Indonesia di dunia mencapai 64 persen. Pelaku usaha harus bisa memanfaatkan peluang ini dengan mempersiapkan pola operasi dan armada yang sesuai.

Kondisi saat ini pengiriman CPO menggunakan SPOB dan Kapal Tanker yang mampu mengangkut muatan curah cair sekali muat. SPOB dan Kapal Tanker sering memiliki hambatan bongkar muat yaitu masih adanya kapal yang mengangkut CPO yang tidak menggunakan alat pemanas (*blower*). Alat pemanas berguna untuk mencairkan kembali CPO pada saat kegiatan bongkar dan muat muatan yang dalam perjalanan mengalami pengendapan (beku). Pada Tugas Akhir ini memberikan solusi pengiriman CPO menggunakan Kapal Peti Kemas (*container*

*ship*) atau SPCB (*Self Propelled Container Barge*) menggunakan *flexy bag*. Pengiriman CPO yang akan dibahas dari pelabuhan asal yang berada di Kalimantan Tengah ke pelabuhan tujuan yang berada di Jawa Timur menggunakan suatu cara (dalam bentuk analisis pola operasi maupun perhitungan-perhitungan terkait) dalam penentuan moda transportasi yang menghasilkan *unit cost* paling rendah.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi eksisting moda pengangkutan *Crude Palm Oil* (CPO)?
2. Moda transportasi laut apa yang menghasilkan *unit cost* lebih murah?
3. Bagaimana pola operasi kapal untuk pengangkutan *Crude Palm Oil* (CPO)?
4. Bagaimana biaya pengiriman *Crude Palm Oil* (CPO) ketika diangkut dengan moda lain?

## 1.3 Tujuan

1. Mengetahui kondisi eksisting moda pengangkutan *Crude Palm Oil* (CPO).
2. Mengetahui moda transportasi laut yang menghasilkan *unit cost* lebih murah.
3. Mengetahui pola operasi kapal untuk pengangkutan *Crude Palm Oil* (CPO).
4. Mengetahui biaya pengiriman *Crude Palm Oil* (CPO) ketika diangkut dengan moda lain.

## 1.4 Batasan Masalah

1. Alternatif kemasan yang digunakan adalah *flexy bag*.
2. Muatan balik yang dibawa adalah beras.
3. Alternatif jenis moda yang digunakan adalah Kapal *Container*, Kapal *Tanker*, SPCB, dan SPOB.
4. Data yang dipakai adalah data *demand* tahunan yang didapatkan dari PT SMART Tbk Refinery Surabaya.
5. Perhitungan kapal tidak memperhatikan konstruksi.

## 1.5 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui sistem pengiriman *Crude Palm Oil (CPO)* yang optimal dengan alternatif moda menghasilkan *Unit Cost* yang lebih murah.
2. Bagi pembaca dan mahasiswa dapat dijadikan sebagai referensi dalam pemilihan moda dan kemasan dalam pengiriman muatan cair.
3. Bagi perusahaan CPO dapat diterapkan dengan tujuan meminilkan *unit cost*, sedangkan untuk perusahaan pelayaran untuk referensi moda angkut.

## 1.6 Hipotesis

Pola distribusi *Crude Palm Oil (CPO)* menggunakan *flexy bag* dengan SPCB (*Self Propelled Container Barge*) dan Kapal Peti Kemas (*Container ship*) akan memberikan biaya paling minimum dibandingkan dengan pengiriman curah cair menggunakan moda SPOB (*Self Propelled Oil Barge*) dan Kapal Tanker. Biaya pengiriman akan lebih murah karena moda angkut yang digunakan selalu membawa muatan saat pergi ke pelabuhan tujuan dan pulang ke pelabuhan asal. Proses bongkar muat dapat dilakukan lebih cepat dan efisien karena menggunakan alat bongkar muat yang lebih cepat.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 *Crude Palm Oil* (CPO)**

##### **2.1.1 Pengertian *Crude Palm Oil* (CPO)**

*Crude Palm Oil* (CPO) / Minyak Kelapa Sawit merupakan minyak nabati hasil pengolahan daging buah kelapa sawit. Minyak sawit secara alami berwarna merah karena kandungan beta-karoten yang tinggi. Selain CPO, hasil pemrosesan kelapa sawit juga menghasilkan satu jenis minyak nabati lainnya yaitu minyak biji kelapa sawit / *Palm Kernel Oil* (PKO). Produk turunan CPO dapat dipecah menjadi dua kategori, yaitu produk makanan dan produk oleokimia. Produk makanan yang dapat diperoleh dari pengolahan CPO adalah minyak goreng, margarin, dan pengganti lemak kakao. Sementara, produk oleokimia yang dapat dihasilkan adalah lilin, sabun, pelumas, detergen, kosmetik, dan minyak diesel (bahan bakar). Meski produk turunan CPO dapat digunakan dalam berbagai bentuk aplikasi, sebanyak 80% CPO yang diproduksi dunia digunakan untuk sektor pangan.

Asam lemak bersama-sama dengan gliserol merupakan penyusun utama minyak nabati dan hewani. Asam lemak yang terkandung di dalam CPO sebagian besar adalah asam lemak jenuh yaitu asam palmitat. Asam lemak jenuh hanya memiliki ikatan tunggal diantara atom-atom karbon penyusunnya, sedangkan asam lemak tak jenuh mempunyai paling sedikit satu ikatan rangkap diantara atom-atom karbon penyusunnya. Asam lemak jenuh bersifat lebih stabil (tidak mudah bereaksi) dari pada asam lemak tak jenuh. Ikatan ganda pada asam lemak tak jenuh mudah bereaksi dengan oksigen (mudah teroksidasi). Keberadaan ikatan ganda pada asam lemak tak jenuh menjadikannya memiliki dua bentuk: cis yang bersifat tidak stabil dan trans yang bersifat stabil.

Sifat fisika-kimia minyak kelapa sawit meliputi warna, bau, flavor, kelarutan, titik cair dan polymorphism, titik didih (boiling point), titik nyala dan titik api, bilangan iod, dan bilangan penyabunan. Sifat ini dapat berubah tergantung dari kemurnian dan mutu minyak kelapa sawit. Beberapa sifat fisika dan kimia dari minyak kelapa sawit dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Komponen Penyusun Minyak Sawit

<b>Komponen</b>	<b>Komposisi (%)</b>
Trigliserida	95.62
Asam Lemak Bebas	4.00
Air	0.20
Phosphatida	0.07
Karoten	0.03
Aldehid	0.07

*Sumber : Gunstone (1997)*

### **2.1.2 Lingkup Industri Crude Palm Oil**

Komoditi kelapa sawit merupakan salah satu andalan komoditi pertanian Indonesia yang pertumbuhannya sangat cepat dan mempunyai peran strategis dalam perekonomian nasional. Salah satu hasil olahan kelapa sawit adalah minyak kelapa sawit mentah / *Crude Palm Oil* (CPO).

Minyak kelapa sawit merupakan minyak nabati yang dihasilkan dari pengolahan buah kelapa sawit berupa minyak kelapa sawit mentah yang berwarna jingga karena mengandung karoteida dan berkonsentrasi padat pada suhu kamar (Supeno, 2015).

Minyak kelapa sawit pada penelitian ini adalah CPO berdasarkan HS Code (*Harmonized System Codes*). *Harmonized System* adalah suatu daftar penggolongan barang yang dibuat secara sistematis dengan tujuan mempermudah penarifan, transaksi perdagangan, pengangkutan dan statistik yang telah diperbaiki dari sistem klasifikasi sebelumnya. HS menggunakan kode angka dalam mengklasifikasikan barang dimana CPO mempunyai kode 1511100000 (Directorate General for National Export Development, 2011).

## **2.2 Alternatif Kemasan**

### **2.2.1 Curah Cair**

Curah cair adalah salah satu opsi pengiriman *Crude Palm Oil* (CPO) tanpa kemasan. Dalam hal ini muatan CPO langsung dikirim menggunakan Kapal Tanker dan SPOB (*Self Propelled Oil Barge*) dari daerah asal ke daerah tujuan tanpa menggunakan kemasan. Sesampainya di daerah tujuan muatan dapat langsung dimuat ke truk tangki atau dibongkar ke *storage* di pelabuhan, tergantung pelabuhan yang dituju memiliki tangki timbun atau langsung membongkar muatan ke truk. Alat bongkar muat yang dipakai jika menggunakan alternatif ini adalah pompa bongkar dan muat untuk Kapal Tanker dan SPOB (*Self Propelled Oil Barge*).

### 2.2.2 *Flexy Bag*

*Flexy Bag* dirancang untuk transportasi cairan dalam peti kemas ukuran 20 feet. Ukuran *flexy bag* dalam kisaran dari 10.000 hingga 24.000 liter (tergantung pada kerapatan produk), tetapi dapat diproduksi untuk mengakomodasi kebutuhan kapasitas tertentu. Penggunaan *flexy bag* untuk memaksimalkan pemanfaatan peti kemas (*container*) sehingga mencapai muatan optimum 16 hingga 24 ton, tergantung pada pembatasan berat jalan.

*Flexy bag* dibuat menggunakan polietilena campuran yang diformulasikan tunggal, yang diformulasikan secara khusus, bahan yang disetujui oleh Administrasi Makanan & Obat-obatan AS (FDA) untuk pengangkutan berbagai bahan makanan cair. *Flexy bag* menawarkan solusi yang dinamis, fleksibel, aman, dan hemat biaya untuk semua kebutuhan transportasi curah cair.



Sumber: [bizearch.com](http://bizearch.com)

Gambar 1. *Flexi Bag*

Dikenal demi kenyamanan dan keefektifan biayanya, *flexy bag* secara radikal mengurangi waktu dan tenaga yang terkait dengan pemuatan dan penanganan. *Flexy bag* membutuhkan kurang dari setengah jam untuk menginstal, tidak memerlukan *forklifting*, dan memungkinkan pemuatan yang sangat cepat setelah selang dan pompa terhubung. Dari sudut pandang ekonomi, *flexy bag* menawarkan nilai uang yang luar biasa dengan desain yang fleksibel dan memungkinkan pengangkut untuk mengoptimalkan penggunaan ruang yang tersedia sehingga mencapai muatan yang lebih tinggi. Fakta bahwa *flexy bag* adalah solusi transportasi penggunaan tunggal juga menguntungkan secara ekonomi, karena tidak hanya menghilangkan kemungkinan kontaminasi, tetapi juga menghemat biaya substansial yang terkait dengan pengembalian, pembersihan, dan *demurrage*. Dari perspektif kinerja, *flexy bag* sangat kuat dan sangat tahan lama, sempurna untuk melindungi muatan cair berharga dari bocor atau terkontaminasi selama transit. Sehingga *flexy bag* adalah salah satu solusi transportasi cairan paling populer di pasar modern.

### 2.3 Peti Kemas (*Container*)

Peti kemas atau *container* merupakan sebuah media penyimpanan yang digunakan dalam proses pemindahan barang. Secara umum jenis peti kemas dapat di bagi menjadi 3 (tiga) jenis yaitu peti kemas kering (*dry container*), *reefer container*, dan peti kemas khusus. Ukuran peti kemas terdiri dari peti kemas 20 feet, 40 feet dan 45 feet. Namun ukuran peti kemas dapat dimodifikasi dalam setiap rangkaian peti kemas meskipun tidak terlalu signifikan. Berat maksimum peti kemas muatan kering 20 kaki adalah 24.000 kg, dan untuk 40 kaki (termasuk *high cube container*) adalah 30.480 kg. Berikut ukuran peti kemas dapat dilihat pada tabel 4:

Tabel 4. Dimensi Peti Kemas

		Peti kemas 20 kaki		Peti kemas 40 kaki		Peti kemas 45 kaki	
		inch	metrik	inch	metrik	inch	metrik
dimensi luar	panjang	20'0"	6,058 m	40' 0"	12,192 m	45' 0"	13,716 m
	lebar	8' 0"	2,438 m	8' 0"	2,438 m	8' 0"	2,438 m
	tinggi	8' 6"	2,591 m	8' 6"	2,591 m	9' 6"	2,896 m
dimensi dalam	panjang	18' 10 <sup>5</sup> / <sub>16</sub> "	5,758 m	39' 5 <sup>45</sup> / <sub>64</sub> "	12,032 m	44' 4"	13,556 m
	lebar	7' 8 <sup>19</sup> / <sub>32</sub> "	2,352 m	7' 8 <sup>19</sup> / <sub>32</sub> "	2,352 m	7' 8 <sup>19</sup> / <sub>32</sub> "	2,352 m
	tinggi	7' 9 <sup>57</sup> / <sub>64</sub> "	2,385 m	7' 9 <sup>57</sup> / <sub>64</sub> "	2,385 m	8' 9 <sup>15</sup> / <sub>16</sub> "	2,698 m
bukaan pintu	width	7' 8 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> "	2,343 m	7' 8 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> "	2,343 m	7' 8 <sup>1</sup> / <sub>8</sub> "	2,343 m
	tinggi	7' 5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	2,280 m	7' 5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "	2,280 m	8' 5 <sup>49</sup> / <sub>64</sub> "	2,585 m
volume		1,169 ft <sup>3</sup>	33,1 m <sup>3</sup>	2,385 ft <sup>3</sup>	67,5 m <sup>3</sup>	3,040 ft <sup>3</sup>	86,1 m <sup>3</sup>
berat kotor		52.910 pon	24.000 kg	67.200 pon	30.480 kg	67.200 pon	30.480 kg
berat kosong		4.850 pon	2.200 kg	8.380 pon	3.800 kg	10.580 pon	4.800 kg
muatan bersih		48.060 pon	21.800 kg	58.820 pon	26.680 kg	56.620 pon	25.680 kg

Sumber: *slideshare.net*

Peti kemas dibagi menjadi beberapa jenis menurut International Standard Organization (ISO) yaitu:

#### a. *General Cargo Container*

Peti Kemas yang dipakai untuk mengangkut muatan umum (*General Cargo*). Peti kemas yang termasuk dalam *general cargo* adalah *General Purpose Container*, *Open Side Container*, *Open Top Container*, *Ventilated Container*.



Sumber: *harborsidelogistics.com*

Gambar 2. *General Cargo Container*

b. *Thermal Container*

Peti kemas yang dilengkapi dengan pengatur suhu. Peti kemas yang termasuk kelompok *Thermal* adalah *Insulated Container*, *Reefer Container*, *Heated Container*.



Sumber: [worldshipping.org/images](http://worldshipping.org/images)

Gambar 3. *Thermal Container*

c. *Tank Container*

Peti kemas berupa tangki yang ditempatkan dalam kerangka peti kemas yang dipergunakan untuk muatan, baik muatan cair (*bulk liquid*) maupun gas (*bulk gas*).



Sumber: [shoham.com](http://shoham.com).

Gambar 4. *Tank Container*

d. *Dry Bulk Container*

Peti kemas jenis ini digunakan terutama untuk mengangkut muatan dalam bentuk curah (*bulk cargo*), seperti butiran, bahan pakan, rempah-rempah.



Sumber: [impelexportsgroup.com](http://impelexportsgroup.com)

Gambar 5. *Dry Bulk Container*

e. *Platform Container*

Peti kemas yang terdiri dari lantai dasar. Peti kemas yang termasuk kelompok ini adalah *Flat Rack Container* dan *Platform Based Container*.

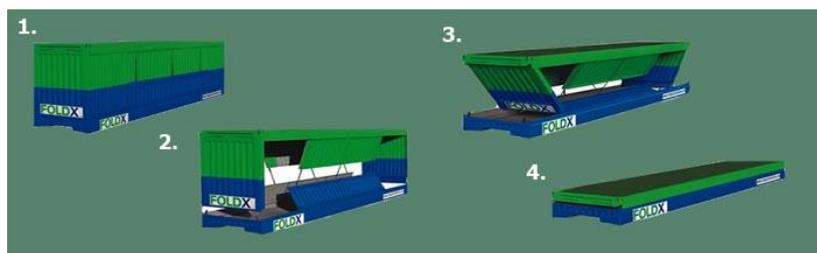


Sumber: [barship.com](http://barship.com)

Gambar 6. *Platform Container*

f. *Collapsible Container*

Peti kemas yang khusus dibuat untuk muatan tertentu, seperti peti kemas untuk muatan ternak (*cattle container*) atau muatan kendaraan (*auto container*). Sistem peti kemas ini menggunakan dinding lipat untuk mengemas peti kemas ke bentuk yang datar.



Sumber: [alicdn.com](http://alicdn.com)

Gambar 7. *Collapsible Container*

g. *Air Mode Container*

Peti kemas yang khusus dibuat dan dipergunakan oleh pesawat terbang yang berbadan besar untuk mengangkut barang-barang penumpang atau *air cargo* melalui udara.



Sumber: [www.idunair.com](http://www.idunair.com)

Gambar 8. *Air Mode Container*

Peti kemas digunakan sebagai media pelindung dan sekaligus sebagai media pengangkut barang-barang telah memberikan manfaat yang besar bagi dunia perdagangan. Manfaat dari penggunaan peti kemas adalah :

1. Proses pembongkaran dan pemuatan barang dapat lebih cepat.
2. Dapat menurunkan resiko kerusakan terhadap muatan, oleh karena barang-barang dapat ditata dengan baik dan cermat dalam ruangan peti kemas.
3. Dapat menurunkan resiko kehilangan dan pencurian. Struktur peti kemas yang terkunci rapat akan mengurangi tingkat kehilangan barang selama perjalanan menuju tempat eksportir.
4. Memudahkan pengawasan saat pemuatan barang ke dalam peti kemas dan pada saat pembongkaran barang dari peti kemas.
5. Menghindari resiko tertukarnya atau tercampurnya barang dengan barang-barang milik eksportir lain.

## **2.4 Alternatif Moda Transportasi Laut**

### **2.4.1 Kapal Muatan Cair (*Tanker Ship*)**

Kapal muatan curah cair (*tanker ship*) merupakan kapal pengangkut muatan curah cair seperti bahan kimia, bahan bakar minyak, bahan bakar gas cair. Kapal Tanker dirancang khusus dengan *standard safety* yang lebih tinggi karena mengangkut muatan yang berbahaya. Selain berdasarkan jenis, Kapal Tanker juga dapat dibedakan berdasarkan ukurannya. Berikut adalah jenis Kapal Tanker berdasarkan ukurannya :

- *Handysize Tanker* adalah kapal tanker dengan DWT 25.000 – 40.000 ton
- MR (*Medium Range*) Tanker adalah kapal tanker dengan DWT 40.000 – 55.000 ton
- LR 1 (*Long Range 1*) Tanker adalah kapal tanker dengan DWT 55.000 – 80.000 ton
- LR 2 (*Long Range 2*) Tanke adalah kapal tanker dengan DWT 80.000 – 160.000 ton
- *Aframax Tanker* adalah kapal tanker dengan DWT 80.001 - 120.000 ton
- *Suezmax Tanker* adalah kapal tanker dengan DWT 120.001 - 160.000 ton
- VLCC (*Very Large Crude Carrier*) adalah kapal tanker dengan DWT 160.000 – 320.000 ton
- ULCC (*Ultra Large Crude Carrier*) adalah kapal tanker dengan DWT > 550.000 ton



Sumber: [maritimeworld.web.id](http://maritimeworld.web.id)

Gambar 9. Kapal Tanker

Pada suatu kapal harus mempunyai sekat tubrukan, sekat belakang kamar mesin dari sekat lintang kedap air pada tiap-tiap ujung kamar mesin. Pada kapal dengan instalasi mesin buritan, sekat belakang kamar mesin. Pada umumnya jumlah sekat kedap air tergantung pada panjang kapal yang tidak boleh kurang dari :

- *Length of Perpendicular* (LPP)  $\leq 65$  m maka harus memiliki minimal 3 sekat
- $65 \text{ m} \leq \text{Length of Perpendicular (LPP)} \leq 85$  m maka harus memiliki minimal 4 sekat
- *Length of Perpendicular*  $\geq 85$  m maka harus memiliki 4 sekat ditambah 1 sekat dan seterusnya setiap penambahan panjang 10 m

#### **2.4.2 Kapal Petikemas (Container Ship)**

Kapal Peti Kemas (Container Ship) adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut muatan peti kemas dalam ukuran standar. Kapal peti kemas mulai menjadi tren pengangkutan karena peti kemas cukup aman untuk menyimpan barang yang akan dikirim. Selain itu kemudahan dalam melakukan bongkar muat dan penumpukan barang juga sangat berpengaruh terhadap meningkatnya tren penggunaan kapal peti kemas. Alat bongkar muat peti kemas yang digunakan pada pelabuhan biasanya adalah container crane dan selanjutnya dapat dimuat di berbagai moda lain seperti truk dan kereta api. Kapal Peti Kemas bisa mengangkut berbagai jenis muatan yang dipisah tergantung jenis dari komoditi yang diangkut dan dipisah sesuai dengan jenis peti kemas.



Sumber: [maritimeworld.web.id](http://maritimeworld.web.id)

Gambar 10. Kapal Peti Kemas (Container ship)

Persoalan transportasi membahas masalah pendistribusian suatu komoditi atau produk dari sejumlah sumber (*supply*) kepada sejumlah tujuan (*destination, demand*) dengan tujuan meminimumkan biaya pengangkutan yang terjadi. Ciri-ciri khusus persoalan transportasi ini adalah:

1. Terdapat sejumlah sumber dan sejumlah tujuan tertentu
2. Kuantitas komoditas atau barang yang didistribusikan dari setiap sumber dan yang
3. diminta oleh setiap sumber dan yang diminta oleh setiap tujuan, besarnya tertentu
4. Komoditas yang dikirim atau diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya sesuai dengan permintaan dan atau kapasitas sumber
5. Ongkos pengangkutan komoditas dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya tertentu tergantung pada variabel tertentu

#### **2.4.3 SPOB (*Self Propelled Oil Barge*)**

SPOB (*Self Propelled Oil Barge*) merupakan moda pengangkut minyak yang mempunyai bentuk seperti tongkang namun menggunakan tenaga pendorong sendiri. SPOB ini dirancang dengan beberapa bentuk yang berbeda. Biasanya SPOB yang dirancang dengan bentuk haluan yang lebih mendatar sehingga pada moda ini mengalami kesulitan dalam bermanuver dan gaya hambat dari gelombang laut sangat kuat sehingga tidak bisa menempuh kecepatan yang maksimal, SPOB juga dirancang dengan bentuk haluan yang lancip.

Moda ini dimasukkan sebagai salah satu transportasi laut yang nantinya digunakan untuk pengangkutan CPO karena karakteristiknya yaitu dapat mengangkut muatan curah cair dan tergolong moda dengan sarat yang rendah yang dapat melintasi sungai.

#### **2.4.4 SPCB (*Self Propelled Container Barge*)**

SPCB (*Self Propelled Container Barge*) adalah moda pengangkut peti kemas yang mempunyai bentuk seperti tongkang namun menggunakan tenaga pendorong sendiri. Apabila dibandingkan dengan biaya pembangunan kapal pada umumnya terlebih dengan

Kapal *Bulk Carrier*, SPB mempunyai biaya pembangunan yang lebih rendah 1/3 kali dari Kapal *Bulk Carrier* (Harryadi Mulya, 2006), sehingga biaya operasional SPB lebih rendah dibandingkan dengan Kapal *Bulk Carrier*. Moda ini merupakan suatu jenis transportasi laut dengan lambung datar atau suatu kotak besar yang mengapung dan memiliki sistem pendorong (propulsi) seperti kapal pada umumnya.



Sumber: vedshipping.com

Gambar 11. SPCB (*Self Propelled Container Barge*)

## 2.5 Manajemen Rantai Pasok *Product Oil*

### 2.5.1 Pengertian Manajemen Rantai Pasok

Manajemen rantai pasok (*supply chain management*) adalah pengintegrasian aktivitas pengadaan bahan dan pelayanan, pengubahan menjadi barang setengah jadi dan produk akhir, serta pengiriman ke pelanggan. Tujuannya adalah untuk membangun sebuah rantai pemasok yang memusatkan perhatian untuk memaksimalkan nilai bagi pelanggan. Kunci bagi manajemen rantai pasokan yang efektif adalah menjadikan para pemasok sebagai “mitra” dalam strategi perusahaan untuk memenuhi pasar yang selalu berubah (Heizer and Render, 2005)

*Supply Chain Management* adalah suatu sistem tempat organisasi menyalurkan barang produksi dan jasanya kepada para pelanggannya. Rantai ini juga merupakan jaringan dari berbagai organisasi yang saling berhubungan dan mempunyai tujuan yang sama, yaitu sebaik mungkin menyelenggarakan pengadaan atau barang tersebut, istilah *supply chain* meliputi juga proses perubahan barang tersebut, misalnya dari barang mentah menjadi barang jadi. Manajemen rantai pasok merupakan integrasi aktivitas-aktivitas yang berawal dari pengadaan barang dan jasa, mengubah bahan baku menjadi barang dalam proses dan barang jadi, serta mengantarkan barang-barang tersebut kepada para pelanggannya dengan cara yang efisien. Dalam definisi tersebut, secara umum pemahaman rantai pasok akan mengandung makna

terjadinya aliran material dari awal sampai ke konsumen dengan memperhatikan faktor ketepatan waktu, biaya, dan jumlah produknya. Dalam definisi operasional pengertian rantai pasok terdapat tiga aspek yang perlu diperhatikan yaitu berikut ini.

1. Manajemen Rantai Pasok adalah suatu pendekatan yang digunakan untuk mencapai pengintegrasian yang efisien dari *supplier*, *manufacturer*, *distributor*, *retailer*, dan *customer*.
2. Manajemen Rantai Pasok mempunyai dampak terhadap pengendalian biaya.
3. Manajemen Rantai Pasok mempunyai peranan penting dalam meningkatkan kualitas pelayanan perusahaan kepada pelanggan.

Untuk mengelola aliran barang dan jasa dalam rantai pasok, pertama yang harus diketahui adalah gambaran sesungguhnya dan lengkap mengenai seluruh mata rantai yang ada, mulai dari yang pertama sampai yang terakhir. Misalnya, rantai pasok dari minyak goreng adalah dimulai dari hutan kelapa sawit sebagai penghasil bahan baku, bahan penolong, peralatan, dan pemasok lain yang terlibat. Di samping itu, perlu juga diketahui berbagai sifat pergerakan rantai pasok untuk berbagai persediaan. Maksud dari persediaan adalah beberapa jenis barang yang disimpan di gudang yang mempunyai sifat pergerakan yang agak berbeda satu sama lain sehingga panjang-pendeknya rantai pasok juga berbeda tergantung dari metode pemenuhan bahan baku maupun *metode inventory* yang dipilih oleh pelaku bisnisnya.

### **2.5.2 Ruang Lingkup Manajemen Rantai Pasok**

*Supply Chain Management* melaksanakan kegiatan aliran barang yang meliputi perencanaan, produksi, penyimpanan, transportasi, dan distribusi, mulai dari titik awal bahan baku (hulu) sampai ke titik pemakaian (hilir). *Supply Chain Management* memiliki ruang lingkup yang luas meliputi pengelolaan pengadaan bahan baku, pemilihan pemasok, proses produksi, pengangkutan, penyimpanan dan distribusi dengan didukung oleh elemen-elemen manajemen terkait.

Ada 7 (Tujuh) mata rantai yang merupakan jaringan *Supply Chain Management*, yaitu *Supplier*, *Manufacture*, *Warehouse*, *Transportation*, *Distributor*, dan *Customer*. Sedangkan elemen-elemen pendukung *Supply Chain Management* terdiri dari 9 (sembilan) yang meliputi *Procurement*, Logistik (Transportasi, Pergudangan, Distribusi), *Inventory* (Persediaan), *Demand Forecasting*, *Supplier*, *Production*, *Information*, *Quality* dan *Customer*.

### **2.5.3 Logistik**

Logistik identik dengan organisasi, pergerakan, dan penyimpanan dari material dan manusia. Domain dari aktivitas logistik sendiri adalah menyediakan sistem dengan produk

yang tepat, di lokasi yang tepat, pada waktu yang tepat (*right product, in the right place, at the right time*) dengan mengoptimasikan pengukuran performansi yang diberikan contohnya meminimalisir total biaya operasional dan memenuhi kualifikasi yang diberikan sesuai dengan kemampuan dari klien dan sesuai dengan kualitas pelayanan. Logistik menurut Council of Supply Chain Management Professionals (Closs, 2002) adalah bagian dari manajemen rantai pasok (*supply chain*) dalam perencanaan, pengimplementasian, dan pengontrolan aliran dan penyimpanan barang, informasi, dan pelayanan yang efektif dan efisien dari titik asal ke titik tujuan sesuai dengan permintaan konsumen. Untuk mengalirkan barang dari titik asal menuju titik tujuan akan membutuhkan beberapa aktivitas yang dikenal dengan “aktivitas kunci dalam logistik” diantaranya :

1. *customer service*,
2. *demand forecasting/planning*
3. *inventory management*
4. *logistics communications*
5. *material handling*,
6. *traffic and transportation*, dan
7. *warehousing and storage*

#### **a. Sistem Logistik**

Adapun yang menjadi obyek dari sistem logistik dapat berupa barang jadi, barang  $\frac{1}{2}$  jadi, maupun bahan baku. Untuk memaksimalkan nilai sistem logistik yang diupayakan, diperlukan variasi rencana mengenai pengambilan keputusan untuk setiap tahapan aktivitasnya. Perencanaan sistem logistik yang mendukung juga mempengaruhi desain dan operasional sistem logistik yang akan diberlakukan guna menciptakan efisiensi dan efektifitas produksi suatu barang dan jasa

#### **b. Elemen Sistem Logistik**

Dalam pembahasan mengenai sistem logistik, perlu diketahui bahwa obyek logistik tidak terbatas hanya pada logistik barang, melainkan termasuk logistik penumpang, logistik bencana, dan logistik militer (pertahanan keamanan) yang dilakukan oleh setiap pelaku bisnis dan industri baik pada sektor primer, sekunder maupun tersier dalam rangka menunjang kegiatan operasionalnya. Lebih lanjut dalam ini diuraikan bahwa aktivitas logistik juga melibatkan berbagai pemangku kepentingan yang dapat dikategorisasikan kedalam dalam lima kelompok, diantaranya:

- 1) Konsumen, Pengguna logistik yang membutuhkan barang untuk penggunaan proses produksi maupun untuk konsumsi. Konsumen berkewenangan untuk menentukan sendiri jenis dan jumlah barang yang akan dibeli, dari siapa dan dimana barang tersebut ingin dibeli dan kemana tujuan barang tersebut diantarkan.
- 2) Pelaku Logistik (PL) Yaitu sebagai pemilik dan penyedia barang yang dibutuhkan oleh para konsumen, dibagi menjadi dua diantaranya:
  - Produsen, pelaku logistik yang bertindak sebagai penghasil/ pembuat barang.
  - Penyalur (intermediare) yang bertindak sebagai perantara perpindahan kepemilikan barang dari produsen menuju ke konsumen melalui sarana distribusi (pedagang besar/wholesaler, grosir, distributor, agen, pasar, pengecer, warung, dan sebagainya) dalam suatu mekanisme tata niaga.
- 3) Penyedia Jasa Logistik (Logistics Service Provider) Merupakan institusi penyedia jasa yang bertugas mengirimkan barang (transporter, freight forwarder, shipping liner, EMKL, dsb) dari lokasi asal barang (shipper), seperti produsen, pemasok, atau penyalur; menuju tempat tujuannya (consignee), seperti konsumen, penyalur, atau produsen; dan jasa penyimpanan barang (pergudangan, fumigasi, dan sebagainya).
- 4) Pendukung Logistik, yaitu institusi mendukung efektivitas dan efisiensi kegiatan logistik, dan turut berkontribusi dalam penyelesaian jika terjadi permasalahan selama aktivitas logistik berlangsung. Adapun aktor-aktor yang termasuk dalam kategori ini diantaranya asosiasi, konsultan, institusi pendidikan dan pelatihan serta lembaga penelitian.
- 5) Pemerintah. Adapun peran pemerintah dalam aktivitas logistik diantaranya, sebagai:
  - Regulator yang menyiapkan peraturan perundangan dan kebijakan.
  - Fasilitator yang menyediakan dan membangun infrastruktur logistik yang diperlukan untuk terlaksananya proses logistik.
  - Integrator yang mengkoordinasikan dan mensinkronkan aktivitas logistik sesuai dengan visi yang ingin dicapai, dan pemberdayaan baik kepada pelaku logistik, penyedia jasa logistik maupun pendukung logistik.

Ada 3 (tiga) komponen yang bergabung untuk membentuk sistem logistik, yaitu:

- 1) Struktur Lokasi Fasilitas Jaringan fasilitas yang dipilih oleh suatu perusahaan adalah fundamental bagi hasil-hasil akhir logistiknya. Jumlah, besar, dan pengaturan geografis dari fasilitas-fasilitas yang dioperasikan atau digunakan itu mempunyai hubungan langsung dengan kemampuan pelayanan terhadap nasabah perusahaan dan terhadap biaya logistiknya. Jaringan fasilitas suatu perusahaan merupakan serangkaian lokasi ke

mana dan melalui mana material dan produk-produk diangkut. Untuk tujuan perencanaan, fasilitas-fasilitas tersebut meliputi pabrik, gudang-gudang, dan toko-toko pengecer. Seleksi serangkaian lokasi yang unggul (superior) dapat memberikan banyak keuntungan yang kompetitif. Tingkat efisiensi logistik yang dapat dicapai itu berhubungan langsung dengan dan dibatasi oleh jaringan fasilitas.

2) Transportasi. Pada umumnya, satu perusahaan mempunyai 3 (tiga) alternatif untuk menetapkan kemampuan transportasinya. Pertama, armada peralatan swasta dapat dibeli atau disewa. Kedua, kontrak khusus dapat diatur dengan spesialis transport untuk mendapatkan kontrak jasa-jasa pengangkutan. Ketiga, suatu perusahaan dapat memperoleh jasa-jasa dari suatu perusahaan transport berijin (legally authorized) yang menawarkan pengangkutan dari suatu tempat ke tempat lain dengan biaya tertentu. Ketiga bentuk transport ini dikenal sebagai private (swasta), contract (kontrak) dan common carriage (angkutan umum). Dilihat dari sudut pandang sistem logistik, terdapat 3 (tiga) faktor yang memegang peranan utama dalam menentukan kemampuan pelayanan transportasi, yaitu:

- Biaya
- Kecepatan, dan
- Konsistensi

Dalam merancang suatu sistem logistik, hendaklah dimantapkan suatu keseimbangan yang teliti antara biaya transportasi itu dengan mutu pelayanannya. Mendapatkan keseimbangan transportasi yang tepat merupakan salah satu tujuan utama dari analisa sistem logistik. Ada 3 (tiga) aspek transportasi yang harus diperhatikan karena berhubungan dengan sistem logistik. Pertama, seleksi fasilitas menetapkan suatu struktur atau jaringan yang membatasi ruanglingkup alternatif-alternatif *transport* dan menentukan sifat dari usaha pengaangkutan yang hendak diselesaikan. Kedua, biaya dari pengangkutan fisik itu menyangkut lebih daripada ongkos pengangkutan saja diantara 2 lokasi. Ketiga, seluruh usaha untuk mengintegrasikan kemampuan *transport* ke dalam suatu sistem yang terpadu mungkin akan sia-sia saja jika pelayanan tidak teratur (*sporadic*) dan tidak konsisten.

Pengadaan persediaan, kebutuhan akan transport di antara berbagai fasilitas itu didasarkan atas kebijaksanaan persediaan yang dilaksanakan oleh suatu perusahaan. Secara teoritis, suatu perusahaan dapat saja mengadakan persediaan setiap barang yang ada dalam persediaannya pada setiap fasilitas dalam jumlah yang sama. Tujuan dari integrasi persediaan ke dalam sistem

logistik adalah untuk mempertahankan jumlah item yang serendah mungkin yang sesuai dengan sasaran pelayanan untuk nasabah.

## 2.6 Penawaran (*Supply*) dan Permintaan (*Demand*)

Terdapat lima hal yang mempengaruhi permintaan (*demand*) akan transportasi laut dan lima hal penting yang mempengaruhi penawaran (*supply*) seperti berikut ini:

Tabel 5. Pengaruh *Supply* dan *Demand*

<i>Demand</i>	<i>Supply</i>
1. The world economy	1. The world economy
2. Seaborne commodity trades	2. Seaborne commodity trades
3. Average haul (distance)	3. Average haul (distance)
4. Random shocks	4. Random shocks
5. Transport costs	5. Transport costs

Sumber: Martin Stopford, 2008 hal 136

Berikut penjelasan mengenai setiap variabel dalam model *shipping market* berdasarkan *supply* dan *demand*:

### 1. Ekonomi Dunia (*World Economy*)

Hubungan antara perdagangan laut dan industri dunia bukanlah hal yang sederhana dan langsung. Perkembangan siklus perdagangan membawa pengaruh terhadap ekonomi dunia yang akan memberikan perubahan terhadap permintaan akan transportasi laut.

### 2. Pengiriman Komoditi dengan Transportasi Laut (*Seaborne Commodity Trades*)

Pengiriman komoditi dengan transportasi laut dibedakan menjadi dua yaitu pengiriman jangka pendek dan jangka panjang. Pengiriman jangka pendek adalah pengiriman yang musiman (*seasonal*) seperti komoditi agrikultur dan pelayaran *liner*. Tren pengiriman jangka panjang dapat diidentifikasi dengan mempelajari karakteristik ekonomi pada industri yang melakukan produksi dan konsumsi pada perdagangan komoditi tersebut. Walaupun setiap bisnis berbeda, terdapat 4 (empat) perubahan yang dapat dilihat pada pengiriman jangka panjang:

- Perubahan pada permintaan atas komoditi tersebut.
- Perubahan pada sumber yang menjadi *supply* atas komoditi tersebut.
- Perubahan akibat proses relokasi pada industri *upstream* (bahan baku) yang akan mempengaruhi volume barang yang dikirim dan tipe kapal yang dibutuhkan.
- Perubahan kebijakan transportasi dari pengirim (*shipper*).

### 3. Jarak (*Average Haul and Ton Miles*)

Permintaan transportasi ditentukan oleh matriks jarak yang berpengaruh terhadap waktu yang dibutuhkan kapal dalam satu *voyage*. Jarak dalam perdagangan biasa disebut dengan *average haul*. Pengukuran *average haul* dalam permintaan transportasi kemudian disebut dengan 'ton miles'.

### 4. *Random Shocks on Ship Demand*

*Random shocks* adalah perubahan sesaat yang terjadi pada permintaan kapal. *Random shocks* dapat mengganggu stabilitas sistem ekonomi seperti memberikan proses perubahan kepada cuaca, perang, perubahan harga komoditi, dan lainnya. Dampak dari *random shocks* terhadap permintaan transportasi laut akan sangat mempengaruhi faktor ekonomi yaitu *economic shocks*.

### 5. Biaya Transportasi (*Transport Cost*)

Biaya transportasi adalah biaya yang dikeluarkan untuk pengiriman komoditi dari satu tempat ke tempat lain dalam perdagangan di laut. Bahan baku atau komoditi akan dikirim dari sumber yang jauh jika biaya operasi pengiriman dapat dikurangi ke tingkat yang dapat diterima oleh pihak penjual atau pembeli dan memperoleh manfaat besar dari kualitas produk tersebut. Ukuran kapal yang besar dan organisasi yang baik dalam operasi pengiriman telah membawa efisiensi dengan menurunnya biaya transportasi dan meningkatnya kualitas.

## 2.7 **Biaya Transportasi Laut**

Dalam menentukan biaya transportasi terdapat 3 (tiga) macam moda yang sering digunakan yaitu moda transportasi darat, laut, dan udara. Untuk menentukan biaya transportasi muatan dalam jumlah besar biasanya diperhitungkan biaya transportasi laut dan darat, disebabkan moda transportasi udara hanya dapat mengangkut muatan dalam jumlah terbatas.

Teori biaya transportasi laut digunakan untuk menghitung besarnya biaya-biaya yang timbul akibat pengoperasian kapal desalinasi air laut. Pengoperasian kapal serta bangunan apung laut lainnya membutuhkan biaya yang biasa disebut biaya berlayar kapal (*shipping cost*).

Dalam transportasi laut terdapat 4 (empat) komponen biaya dalam pengoperasian kapal. (Wijnolst & Wergeland, 1997) yaitu: biaya modal (*capital cost*), biaya operasional (*operational cost*), biaya pelayaran (*voyage cost*), dan biaya bongkar muat (*cargo handling cost*). Biaya-biaya ini perlu diklasifikasikan dan dihitung agar dapat memperkirakan tingkat kebutuhan

pembiayaan kapal desalinasi air laut untuk kurun waktu tertentu (umur ekonomis kapal tersebut).

Namun beberapa kasus perencanaan transportasi menggunakan kapal sewa (*charter ship*), biaya modal (*capital cost*) dan biaya operasional (*operational cost*) diwakili oleh biaya sewa (*charter hire*). Berikut adalah penjelasan dari masing-masing komponen biaya tersebut :

### **2.7.1 Biaya Modal (*Capital Cost*)**

Biaya modal (*capital cost*) adalah yang dikeluarkan untuk pengadaan kapal. Pengadaan kapal dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

#### **1. Bangun Baru/Beli**

Pengadaan jenis ini adalah harga kapal pada saat dibeli atau dibangun. Biaya yang dikeluarkan akan sangat besar, namun kapal yang didapatkan juga baru. Karena membangun dari awal, maka dibutuhkan waktu yang lama untuk mengadakan. Capital cost untuk kapal yang dibeli atau dibangun menggunakan harga kapal. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan pengembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut. Pengembalian nilai capital ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan.

#### **2. Sewa Kapal/*Charter***

Sewa atau yang biasa disebut dengan charter merupakan salah satu cara dalam pengadaan armada kapal. Sewa kapal dilakukan dengan melakukan perjanjian sewa kapal (*charter party*) dengan pemilik kapal untuk menggunakan kapalnya dengan membayar biaya sewa sesuai dengan perjanjian.

### **2.7.2 Biaya Operasional (*Operational Cost*)**

Biaya operasional (*operational cost*) adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan untuk aspek-aspek operasional sehari-hari kapal untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar. Komponen biaya operasional terdiri dari gaji crew kapal, perbaikan dan perawatan (*repair and maintenance*), persediaan kru (*supplies crew*), minyak pelumas (*lubricating oil*), asuransi dan administrasi.

### **2.7.3 Biaya Perjalanan (*Voyage Cost*)**

Biaya perjalanan (*voyage cost*) adalah biaya-biaya variabel yang dikeluarkan kapal untuk kebutuhan selama perjalanan. Komponen-komponen biaya pelayaran adalah bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, biaya air tawar, ongkos-ongkos pelabuhan (jasa labuh, jasa tambat, jasa pandu, jasa tunda).

a. Biaya bahan bakar

Konsumsi bahan bakar kapal tergantung dari beberapa variabel seperti ukuran, bentuk dan kondisi lambung, pelayaran bermuatan atau *ballast*, kecepatan, cuaca (gelombang, arus laut, angin), jenis dan kapasitas mesin induk dan motor bantu, jenis dan kualitas bahan bakar. Biaya bahan bakar tergantung pada konsumsi harian bahan bakar selama berlayar dilaut dan dipelabuhan dan harga bahan bakar.

b. Biaya pelabuhan

Pada saat kapal di pelabuhan biaya-biaya yang dikeluarkan meliputi *port dues* dan *service charges*. *Port dues* adalah biaya yang dikenakan atas penggunaan fasilitas pelabuhan seperti dermaga, tambatan, kolam pelabuhan dan infrastruktur lainnya yang besarnya tergantung *volume cargo*, berat *cargo*, GRT kapal dan NRT kapal. *Service charge* meliputi jasa yang dipakai kapal selama di pelabuhan termasuk pandu dan tunda.

#### **2.7.4 Biaya Bongkar Muat (*Cargo Handling Cost*)**

Biaya bongkar muat mempengaruhi juga biaya pelayaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan pelayaran. Kegiatan yang dilakukan dalam bongkar muat terdiri dari *stevedoring*, *cargodoring*, *receiving/delivery*. Kegiatan ini dilakukan oleh perusahaan bongkar muat (PBM) yang mempekerjakan tenaga kerja bongkar muat (TKBM). Komponen biaya transportasi laut dibutuhkan untuk menghitung *freight* (tarif pengiriman) komoditi CPO dengan armada kapal nasional dengan *time charter* atau kapal milik sendiri (bangun kapal baru).

Biaya-biaya di atas kemudian digabungkan menjadi satu sehingga diperoleh biaya total (*total cost*) untuk satu kali berlayar (*1 voyage*) sehingga bisa didapatkan biaya pengiriman (*transport cost*) untuk pengiriman komoditi tertentu ke wilayah tertentu.

### **2.8 Penyewaan Kapal**

Dalam pengangkutan muatan menggunakan transportasi laut, pemilik muatan dapat melakukannya dengan cara menggunakan kapal milik sendiri atau menyewa (*chartering*). Jasa dalam pasar penyewaan kapal (*charter market*) dapat dikelompokkan menjadi 4 (empat) kelompok utama dalam pembagian tanggung jawab antara pemilik kapal (*owner*) dan penyewa kapal (*charterer*). Berikut penjelasan dan gambar mengenai empat kelompok utama shipping charter:

### 2.8.1 *Bareboat Charter*

*Bareboat charter* adalah kapal yang disewa dalam kondisi “kosong” dimana *ownership* masih menjadi tanggung jawab pemilik kapal (*owner*), sedangkan manajemen dan operasional menjadi tanggung jawab penyewa (*charterer*). Satuan tarif untuk *bareboat charter* ini adalah \$/satuan waktu. *Bareboat charter* ini biasanya terjadi antara pemilik kapal yang tidak ingin terlibat dalam pengoperasian kapal tetapi memiliki dana untuk pengadaan kapal (misalnya investor atau Lembaga keuangan) dengan operator (sebagai *charterer*) yang akan mengoperasikan kapal tersebut. Pada umumnya durasi penyewaan ini dalam waktu yang lama (di atas 10 tahun).

### 2.8.2 *Time Charter*

Pada pasar *charter* ini, *charterer* memiliki kontrol penuh terhadap operasional kapal sedangkan *ownership* dan *management of ship* menjadi tanggung jawab *owner*. Durasi penyewaan pada pasar ini bervariasi mulai dari satu perjalanan (*trip charter*) sampai hingga beberapa tahun (*period charter*). Pada pasar ini, *charterer* juga disebut sebagai *disponent owner* yang berarti bahwa *charterer* dapat menyewakan kapal yang disewa tersebut ke pihak lain selama tidak melebihi durasi penyewaan yang sebelumnya. Satuan tarif untuk *time charter* ini umumnya adalah \$/satuan waktu (\$/day). Adapun yang perlu diperhatikan dalam *time charter* antara lain:

- a. Tanggal, nama, dan alamat dari pemilik kapal dan penyewa.
- b. Perincian dari kapal, seperti nama, tempat registrasi, besarnya ton, kapasitas, draft, daya mesin, kecepatan, konsumsi bahan bakar, peralatan bongkar/muat (bila ada), pompa, dsb.
- c. Keadaan kapal dan kelasnya.
- d. Batas Pelayaran.
- e. Uang sewa, cara pembayaran, dan mata uang yang digunakan.
- f. Kerusakan/kelambatan yang dapat dikenakan *off-hire*.
- g. Waktu penyewaan dimulai.
- h. Hak penyewa (*charterer*) untuk menyatakan keberatan, dan kemungkinan untuk dapat mengganti nakhoda atau *chief engineer*.
- i. Tindakan yang akan dilakukan pada waktu kerusakan.
- j. Cara kapal mengadakan dok tahunan (*annual dry docking*) pada waktu kontrak masih berjalan.

### 2.8.3 Voyage Charter

Pada *charter* jenis ini, kapal disewa untuk satu atau beberapa *voyage* tertentu dengan tarif tetap per ton. *Voyage charter* juga bisa disebut dengan *single voyage charter*. Pada pasar *charter* ini, seluruh biaya menjadi tanggung jawab pemilik atau operator kapal (*charterer*). Metode penyewaan kapal yang seperti ini dilakukan dengan penyewa membayar uang tambang yang besarnya tergantung dari barang yang diangkut yang dinyatakan dalam jumlah ton atau jumlah tertentu untuk satu kali pelayaran. Uang tambang (*freight rate*) yang ditanggung oleh penyewa diputuskan berdasarkan *spot market* (Hammer & Walderhaug, 2007). *Freight rate* tersebut diputuskan berdasarkan interaksi antara *supplier's marginal cost* dan *demanders' willingness to pay*. Penawaran yang paling baik akan menentukan *freight rate*. Selain itu penyewa juga harus membayar biaya tambahan atas keterlambatan bongkar/muat dari kapal. Hal tersebut biasa disebut dengan *demurrage*. Namun bila penyewa dapat melakukan proses bongkar muat lebih cepat, penyewa bisa mendapatkan uang *dispatch*, atau uang insentif yang diterima karena penyewa dapat melakukan proses bongkar muat lebih cepat dari proses yang ditetapkan. Pada umumnya besar jumlah uang *dispatch* setengah dari harga *demurrage*.

## 2.9 Tipe Operasional Kapal

Perusahaan jasa angkutan laut mengoperasikan kapal milik sendiri dan juga kapal yang disewa/*charter*. Ada dua sistem operasional kapal yaitu *tramp service* dan *liner service*.

*Shipping* merupakan jenis industri yang bersifat *derived demand* artinya munculnya permintaan transportasi adalah sebagai akibat dari munculnya *demand of good*. Berikut beberapa jenis *shipping business*, diantaranya:

### 2.9.1 Tramp (Irregular) Service

*Tramp (Irregular) Service* merupakan bentuk operasi pelayanan yang tidak terjadwal yang pada awalnya disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:

- Memiliki prinsip utama: “*one ship, one cargo*”. Biasanya hal ini berlaku untuk muatan curah / bulk
- Tidak ada jadwal tetap, jadwal tergantung oleh ketersediaan cargo
- Tidak ada rute tetap, rute tergantung ketersediaan cargo
- Tarif tidak tetap: penentuan tarif tergantung pasar dan negosiasi

Adanya kemajuan teknologi, maka faktor alam tidak lagi menjadi hambatan. Namun faktor komersial lah yang menyebabkan pola operasional kapal ini tetap dibutuhkan. Banyaknya industri yang membutuhkan pengiriman barang dengan jarak yang jauh dan jumlah

besar, serta tidak adanya perusahaan jasa angkutan laut yang melayani rute tersebut, membuat pola operasional ini menjadi pilihan. Volume dan keadaan barang yang akan dikapalkan menentukan jenis kontrak pengapalan, seperti, *voyage charter* dan *time charter*.

### 2.9.2 *Liner Service*

Angkutan laut dengan pola operasional *liner*, memiliki karakteristik yang berbeda dengan *tramp*. Pada pola ini, kapal memiliki rute yang tetap dengan melayani pelabuhan pelabuhan yang telah ditentukan dan terdapat jadwal yang tetap dan telah ditentukan mengenai perkiraan waktu keberangkatan/(ETD) dan perkiraan waktu tiba/(ETA). Pada pola angkutan ini, berapapun *load factor*-nya kapal akan berangkat pada saat waktunya untuk berangkat. Pola angkutan *liner* menawarkan ruang muat bagi siapa saja yang hendak mengirimkan barangnya. Ketepatan dalam pemenuhan jadwal yang telah ditentukan merupakan bagian penting dalam pola ini, karena kelalaian dalam hal ini akan mengakibatkan tingkat kepercayaan konsumen kepada perusahaan menurun dengan cepat. Sekarang ini perusahaan pelayaran dengan pola angkutan *liner* yang modern telah melakukan inovasi dengan melayani muatan secara multi moda. Selain itu perusahaan juga terus berusaha untuk menekan biaya dengan melakukan efisiensi dan memperpendek lama waktu transit di pelabuhan, dengan demikian akan menstimulasi perkembangan perdagangan dan akhirnya akan menaikkan pangsa pasarnya. (Perdana, 2016) .

Dalam aktivitas shipping business, terdapat empat pasar yang berpengaruh, diantaranya:

1. *New Building market* : pasar dimana *shipping company* mengorder kapal
2. *Freight market* : pasar dimana *shipping company* menjual jasa transportasi (*charter*)
3. *Sale and Purchase Market* : pasar dimana *shipping company* menjual atau membeli kapal bekas
4. *Demolition Market* : pasar dimana *shipping company* melakukan *scrapping* kapal.

### 2.10 Teori Optimasi

Optimasi berasal dari kata optimalisasi. Namun, seiring perkembangan zaman, kata optimasi lebih sering digunakan daripada optimalisasi. Dalam permasalahan optimasi biasanya terdiri dari dua tujuan, yaitu memaksimalkan dan meminimumkan. Pengertian dari optimasi adalah suatu proses untuk memaksimalkan atau meminimasi fungsi objektif dengan mempertimbangkan batas-batasnya (Santosa & Willy, 2011). Adanya optimasi, desain sistem akan menghasilkan *profit* yang lebih banyak, biaya yang lebih murah, dan mempercepat proses.

Optimasi ini dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di berbagai bidang dengan aplikasi pengambilan keputusan.

Saat ini, permasalahan optimasi memerlukan dukungan *software* dalam penyelesaiannya sehingga menghasilkan solusi yang optimal dengan waktu perhitungan yang lebih cepat. Untuk menyelesaikan suatu permasalahan biasanya dilakukan dengan mengubah masalah tersebut ke dalam model matematis terlebih dahulu untuk memudahkan penyelesaiannya. Keberhasilan penerapan teknik optimasi, paling tidak memerlukan tiga syarat, yaitu kemampuan membuat model, matematika dari permasalahan yang dihadapi, pengetahuan teknik optimasi, dan pengetahuan akan program komputer (Santosa & Willy, 2011).

Optimasi terbagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu optimasi yang tak terbatas yang hanya dikalikan dengan fungsi objektif yang tak terbatas dan tidak memiliki pembatas, dan optimasi terbatas yang memiliki fungsi objektif yang terbatas atau persyaratan tertentu yang membuat masalah lebih rumit dan memerlukan algoritma yang berbeda untuk diselesaikan. Terdapat banyak teknik optimasi yang telah dikembangkan sampai saat ini, diantaranya adalah *linear programming*, *goal programming*, *integer programming*, *nonlinear programming*, dan *dynamic programming*. Penggunaan teknik optimasi tersebut tergantung dari permasalahan yang akan diselesaikan. Pada penelitian ini menggunakan teknik optimasi *nonlinear programming* dan persoalan *combinatorial* yang juga merupakan teknik optimasi *nonlinear programming*. Tujuan dari *model combinatorial* adalah menentukan kombinasi dari beberapa alternatif pilihan yang mungkin memenuhi fungsi tujuan.

## **2.11 Analisis Sensitivitas**

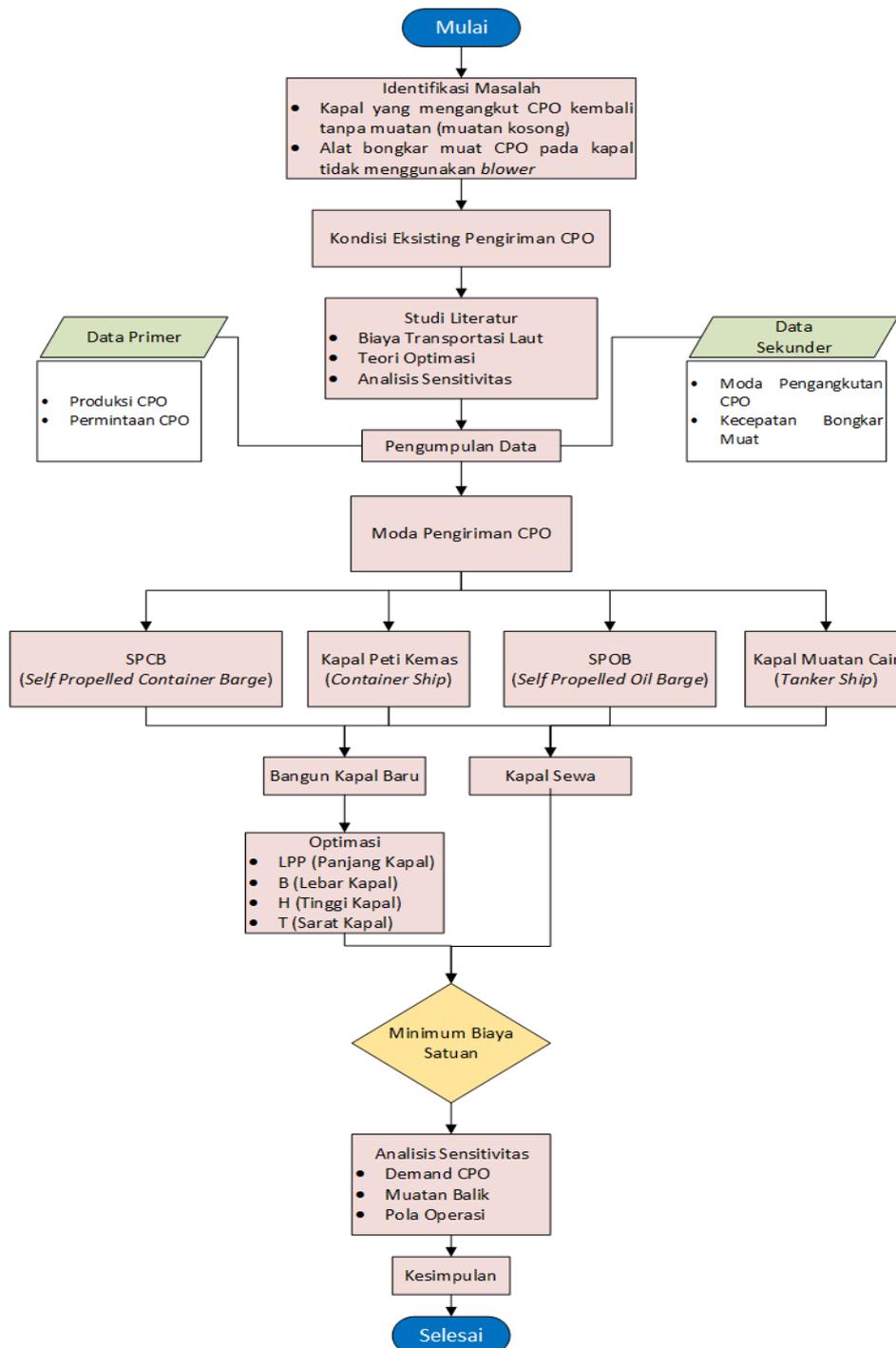
Analisis sensitivitas merupakan analisis mengenai bagaimana jika asumsi–asumsi yang digunakan sebagai *input* dalam perhitungan ini berubah dan bagaimana pengaruhnya terhadap hasilnya atau *output*. Analisis ini juga biasa disebut dengan *what-if analysis*. Analisis sensitivitas merupakan bagian terpenting dalam proses pengambilan keputusan karena pengambil keputusan dapat mengetahui tingkat sensitivitas keputusan yang diambil atau kemungkinan perubahan-perubahan yang terjadi pada variabel-variabel yang digunakan. Oleh karena itu, analisis sensitivitas selalu dilakukan pada tahap akhir setelah dilakukannya analisis perhitungan dalam suatu penelitian. (Hapis, Muhammad, 2016)

# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian dari Tugas Akhir untuk mengilustrasikan proses pengerjaan :



Gambar 12. Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir

### **3.1.1 Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah didapat dari permasalahan yang ada pada kapal yang mengangkut CPO baliknya tidak membawa muatan. Oleh karena itu, perlu adanya model pengiriman CPO dan moda pengangkutan CPO agar kapal yang digunakan untuk pengiriman CPO lebih optimum.

### **3.1.2 Studi Literatur**

Studi literatur yang dilakukan terkait dengan faktor-faktor pendukung yang terlibat dalam topik tugas akhir ini. Beberapa faktor tersebut adalah distribusi CPO (*Crude Palm Oil*), *flexy bag*, peti kemas (*container*), kapal muatan curah (*tanker ship*), SPOB (*Self Propelled Oil Barge*), SPCB (*Self Propelled Container Barge*), kapal peti kemas (*container ship*), biaya transportasi laut, penyewaan kapal, teori optimasi, dan analisis sensitivitas.

### **3.1.3 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan dalam tugas akhir ini ke perusahaan CPO yang berada di Jawa Timur dan Kalimantan Tengah. Data-data tersebut dapat diperoleh dengan cara:

- a. Melakukan pencarian melalui internet

Mengumpulkan data-data melalui internet dapat diperoleh dengan cepat dan murah misalnya metode pengiriman CPO, moda pengiriman CPO.

- b. Wawancara dengan pihak-pihak yang berkompeten

Melakukan kunjungan ke pabrik pengolahan CPO (PT. SMART Refinery) dan Dinas Perindustrian dan Perdagangan Provinsi Jawa Timur.

### **3.1.4 Pengolahan Data**

Proses pengolahan data dilakukan untuk mengetahui jumlah CPO yang dikirim ke Jawa Timur. Data tersebut digunakan sebagai permintaan CPO di Jawa Timur. Data tersebut kemudian diolah oleh penulis untuk perhitungan pola operasi, biaya transportasi laut serta moda angkut yang akan digunakan untuk mengirim CPO.

### **3.1.5 Analisis dan Pembahasan**

Pada analisis dan pembahasan ini, data yang telah diolah akan dianalisis serta dibahas, mulai dari analisis dan pembahasan optimasi, pengangkutan muatan CPO, biaya transportasi, dan pola operasi.

### 3.1.6 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan yang menjawab semua permasalahan pada penelitian ini dan juga saran terhadap pihak-pihak terkait sebagai sesuatu yang harus dipertimbangkan untuk dikembangkan lebih lanjut atau diterapkan oleh pihak terkait.

## 3.2 Model Matematis

Dalam merencanakan proses pengiriman muatan CPO (*Crude Palm Oil*), dibutuhkan pola operasi kapal untuk melaksanakan proses tersebut. Pada kasus pengiriman CPO dengan Kapal Tanker, SPOB, SPCB dan Kapal *Container* dari Kalimantan Tengah – Jawa Timur ini membutuhkan sebuah solusi yang optimal untuk menentukan ukuran kapal sesuai dengan kriteria optimasi yang diharapkan yaitu berdasarkan biaya transportasi laut yang minimum. Kriteria biaya transportasi laut minimum ini digunakan karena hal ini secara langsung berkaitan dengan keputusan untuk memilih jenis kapal dan ukuran yang akan dibangun nantinya. Sebelum melakukan proses optimasi dengan bantuan solver, hal yang harus dilakukan adalah mengetahui model matematis dari permasalahan yang akan dioptimalkan. Dalam kasus masalah transportasi di tugas akhir ini, fungsi tujuan dari model optimasi adalah meminimalkan biaya pengiriman (minimum *Unit Cost*) dalam bentuk pemilihan jenis kapal dan ukuran kapal yang mengangkut beserta biaya yang dikeluarkan untuk pengiriman CPO. Jika dituliskan dalam bentuk matematis, maka fungsi tujuan dari model matematis adalah sebagai berikut:

### 3.2.1 Model Matematis Muatan Cair

**Objective Function :**

$$\text{Min } X = \frac{TC}{TMT} \quad \text{Persamaan (01)}$$

$$\text{Min } X = \frac{CC+OC+VC+CHC}{PyC \cdot m} \quad \text{Persamaan (02)}$$

Dimana :

$$TC = CC + OC + VC + CHC$$

$$CC = P_{ST} \cdot W_{ST}$$

$$W_{ST} = LPP \cdot B \cdot D_A \cdot C_{ST}$$

$$OC = G_K + B_{AS} + B_{P\&K} B_{DoAd} + B_{Lub}$$

$$VC = B_{FO} + B_{DO} + B_{FW} + B_{PORT}$$

$$CHC = BM + BB$$

$$\begin{aligned}
BM &= T_fM \cdot P_y \cdot n \\
BB &= T_fB \cdot P_y \cdot n \\
PyC &= DWT - W_{cons} \\
LWT &= W_{ST} + W_{E\&O} + W_M
\end{aligned}$$

**Decision Variable :**

*LPP, B, H, T*

**Constraint :**

Perbandingan Ukuran Utama Kapal  $\geq$  Batas Minimum Perbandingan Ukuran Utama Kapal

Perbandingan Ukuran Utama Kapal  $\leq$  Batas Maksimum Perbandingan Ukuran Utama Kapal

Ukuran Utama Kapal  $\geq$  Batas Minimum Ukuran Utama Kapal

Ukuran Utama Kapal  $\leq$  Batas Maksimum Ukuran Utama Kapal

Muatan Terangkut  $\geq$  Permintaan CPO

Fb aktual  $\geq$  Fb minimum

### 3.2.2 Model Matematis Muatan Peti Kemas

**Objective Function:**

$$Min X = \frac{TC}{TMT} \quad \text{Persamaan (03)}$$

$$Min X = \frac{CC+OC+VC+CHC}{(PyC + PyB) \cdot m} \quad \text{Persamaan (04)}$$

Dimana :

$$TC = CC + OC + VC + CHC$$

$$CC = P_{ST} \cdot W_{ST}$$

$$W_{ST} = LPP \cdot B \cdot D_A \cdot C_{ST}$$

$$OC = G_K + B_{AS} + B_{P\&K} B_{DoAd} + B_{Lub}$$

$$VC = B_{FO} + B_{DO} + B_{FW} + B_{PORT}$$

$$CHC = BM + BB$$

$$BM = T_fM \cdot P_y \cdot n$$

$$BB = T_fB \cdot P_y \cdot m$$

$$PyC = DWT - W_{cons}$$

$$PyC_T = PyC \div TEU_C$$

$$PyB = PyC_T \cdot TEU_B$$

$$LWT = W_{ST} + W_{E\&O} + W_M$$

**Decision Variable :**

*LPP, B, H, T*

**Constraint :**

Perbandingan Ukuran Utama Kapal  $\geq$  Batas Minimum Perbandingan Ukuran Utama Kapal

Perbandingan Ukuran Utama Kapal  $\leq$  Batas Maksimum Perbandingan Ukuran Utama Kapal

Ukuran Utama Kapal  $\geq$  Batas Minimum Ukuran Utama Kapal

Ukuran Utama Kapal  $\leq$  Batas Minimum Ukuran Utama Kapal

Muatan Terangkut  $\geq$  Permintaan

Dimana :

X	= Unit Cost	(Rp/Ton)
TC	= Total Cost/Biaya Total	(Rp/ tahun)
TMT	= Total Muatan Terangkut	(ton/tahun)
PyC	= Payload/Kapasitas Muat Muatan CPO	(ton)
PyC <sub>T</sub>	= Payload/Kapasitas Muat Muatan CPO	(TEU)
PyB	= Payload/Kapasitas Muat Muatan Balik	(ton)
n	= Frekuensi Perjalanan	(roundtrip/tahun)
m	= Frekuensi Muatan	(roundtrip/tahun)
CC	= Capital Cost/Biaya Modal	(Rp/tahun)
OC	= Operational Cost/Biaya Operasional	(Rp/tahun)
VC	= Voyage Cost/Biaya Pelayaran	(Rp/tahun)
CHC	= Cargo Handling Cost/Biaya Bongkar Muat	(Rp/tahun)
P <sub>ST</sub>	= Harga Baja	(Rp/ton)
W <sub>ST</sub>	= Berat Baja	(ton)
D <sub>A</sub>	= Tinggi Kapal dan Superstructure	(m)
C <sub>ST</sub>	= Koefisien Baja	
G <sub>K</sub>	= Gaji Kru	(Rp/tahun)
B <sub>AS</sub>	= Biaya Asuransi	(Rp/tahun)
B <sub>P&amp;K</sub>	= Biaya Perlengkapan dan Konsumsi	(Rp/tahun)
B <sub>DoAd</sub>	= Biaya Dokumentasi dan Administrasi	(Rp/tahun)
B <sub>Lub</sub>	= Biaya Minyak Pelumas	(Rp/tahun)

$B_{FO}$	= Biaya <i>Fuel Oil</i>	(Rp/tahun)
$B_{DO}$	= Biaya <i>Diesel Oil</i>	(Rp/tahun)
$B_{FW}$	= Biaya <i>Fresh Water</i>	(Rp/tahun)
$B_{PORT}$	= Biaya Pelabuhan	(Rp/tahun)
$BM$	= Biaya Muat	(Rp/tahun)
$BB$	= Biaya Bongkar	(Rp/tahun)
$TfM$	= Tarif Muat Muatan	(Rp/ton)
$TfB$	= Tarif Bongkar Muatan	(Rp/ton)
$W_{cons}$	= Berat Konsumsi Kapal	(ton)
$W_{E\&O}$	= Berat Peralatan dan Perlengkapan	(ton)
$W_M$	= Berat Mesin	(ton)
$TEU_C$	= 20.47	(ton)
$TEU_B$	= 14.63	(ton)

## BAB IV

### GAMBARAN UMUM

#### 4.1 Kalimantan Tengah

Provinsi Kalimantan Tengah mempunyai luas 153.568 km<sup>2</sup> (15.356.800 Ha) dengan Ibu kota Palangka Raya terletak antara 0,45 derajat Lintang Utara 3,30 derajat Lintang Selatan dan 111 derajat Bujur Timur. Letak Provinsi Kalimantan Tengah yang strategis yakni dekat dan berhadapan dengan Pulau Jawa mendukung sebagai sarana penghubung interkoneksi antara provinsi-provinsi lainnya di Pulau Kalimantan. Provinsi ini mempunyai potensi dengan prospek yang sangat baik untuk kegiatan pengembangan perekonomian pulau Kalimantan di masa yang akan datang.



Sumber: Google Maps

Gambar 13. Peta Pulau Kalimantan

Komoditas perkebunan yang dikembangkan di Kalimantan Tengah tercatat 14 jenis tanaman, dengan karet dan kelapa sebagai tanaman utama perkebunan rakyat (342.011 Ha/50%, 68.938 Ha/10,2%) dan kelapa sawit sebagai komoditi utama perkebunan besar yang dikelola oleh para pengusaha perkebunan baik sebagai Perkebunan Besar Swasta Nasional/Asing ataupun PIR-Bun KKPA (Kredit Koperasi Primer untuk Anggotanya). Peran

kelapa sawit terhadap proses pembangunan di Kalimantan Tengah sampai saat sekarang sudah menunjukkan pengaruh/manfaat yang nyata antara lain:

- Pendapatan asli daerah bagi pemerintah kabupaten
- Kontribusi dari PBB/BPHTB/Retribusi
- Penyerapan Tenaga Kerja
- Pengembangan Wilayah
- Sektor Ekonomi/Jasa berkembang dan tumbuh (pedagang, transportasi, telekomunikasi)
- Pemanfaatan SDA berupa lahan/tanah.

Pulau Kalimantan menduduki urutan kedua setelah pulau Sumatera sebagai wilayah terbesar perkebunan dan produksi CPO nasional melalui Provinsi Kalimantan Tengah. Kelebihan yang dimiliki Kalimantan mampu lebih mengembangkan keberadaan perkebunan kelapa sawit di daerahnya lantaran luas lahan yang dimiliki masih memiliki potensi besar untuk dikembangkan dibandingkan Pulau Sumatera.

BPD Provinsi Kalimantan Tengah mengemukakan, sebagian besar komoditi Kalimantan Tengah didominasi oleh CPO yang masuk dalam jenis lemak dan minyak hewani/nabati. Komoditas sawit di provinsi Kalimantan Tengah berperan cukup besar dalam menopang industri sawit nasional. Produksi minyak sawit mentah atau *Crude Palm Oil* (CPO) di Kalimantan Tengah bisa mencapai 4.500 juta ton. Dampak kemajuan industri kelapa sawit sudah sangat dirasakan oleh masyarakat. Industri ini tercatat telah menyerap tidak kurang dari 400 ribu tenaga kerja baik langsung maupun tidak langsung, yang berdampak pada perkembangan perekonomian daerah di Kalimantan Tengah.

Dalam kondisi ini dermaga memiliki batas sarat yang mampu dimasuki kapal. Sarat kapal dibatasi oleh kedalaman pelabuhan.

Tabel 6. Kondisi Pelabuhan Sampit dan Pelabuhan Bagendang

Pelabuhan	Asal/Tujuan	Kedalaman LWS (m)	IT+WT+AT (jam/call)	Max T (m)
Bagendang	Asal	6.5	5	5

Dengan kondisi di atas dapat diketahui bahwa kedalaman pelabuhan maksimal yang dapat disinggahi kapal adalah 5 m. Pelabuhan Bagendang memiliki fasilitas bangunan yaitu lapangan penumpukan 2.45 Ha, gudang 2.616 m<sup>2</sup>, panjang alur 42 mil laut, dan kedalaman alur -6 mLWS. Sedangkan untuk fasilitas peralatannya sebagai berikut:

- 2 unit Container Crane (Kapasitas 35 ton)
- 1 unit Mobile Crane (Kapasitas 12 ton)

- 2 unit Rubber Tyres Gantry Crane (Kapasitas 32 ton)
- 1 unit Reach Stacker (Kapasitas 35 ton)
- 2 unit Forklift (Kapasitas 3,5 ton dan 7 ton)
- 6 unit Head Truck
- 6 unit Chassis
- Pompa CPO (Kapasitas 150 ton/jam)
- Water Treatment Plant

Dalam Tugas Akhir ini objek penelitian yang diambil sebagai pelabuhan asal adalah Pelabuhan Bagendang.



Sumber: PT Pelabuhan Indonesia III  
Gambar 14. Peta Pelabuhan Bagendang

Pada gambar peta Pelabuhan Bagendang di atas, lokasi B adalah dermaga multipurpose 1 Bagendang, lokasi C adalah dermaga multipurpose II Bagendang, lokasi D adalah dermaga CPO I Bagendang, dan lokasi E adalah dermaga CPO II Bagendang.

#### 4.2 Jawa Timur (Surabaya)

Jawa Timur khususnya Surabaya dan Gresik memiliki banyak pabrik pengolahan minyak kelapa sawit/CPO. Dalam Tugas Akhir ini lokasi yang ditetapkan sebagai pelabuhan tujuan adalah Pelabuhan Tanjung Perak, tepatnya di terminal Nilam Utara. Dalam kondisi ini dermaga memiliki batas sarat yang mampu dimasuki kapal. Sarat kapal dibatasi oleh kedalaman pelabuhan. Kedalaman pelabuhan sebagai berikut:

Tabel 7. Kondisi Pelabuhan Nilam Utara

Pelabuhan	Asal/Tujuan	Demand (ton)	Kedalaman LWS (m)	IT+WT+AT (jam/call)	Max T (m)
Tanjung Perak (Nilam Utara)	Tujuan	620,000	10	7	6



Sumber: Google Maps

Gambar 15. Peta Jawa Timur

Dalam rangka menambah fasilitas tambatan khusus curah cair di Pelabuhan Tanjung Perak, PT Pelindo III (Persero) Cabang Tanjung Perak membangun dermaga curah cair di Terminal Nilam Utara Pelabuhan Tanjung Perak. Saat ini kapasitas terpasang di Pelabuhan Tanjung Perak hanya 2.116.800 ton, sedangkan realisasi arus curah cair pada tahun 2012 telah mencapai 4.949.968 ton, sedangkan peningkatan pertumbuhan arus barang jenis curah cair rata-rata mencapai 5% per tahun. Dermaga curah cair ini mempunyai spesifikasi, diantaranya:

- *platform* yang mampu menangani Kapal Tanker 40.000 DWT dengan dimensi 27x12,1m<sup>2</sup>, menggunakan konstruksi beton bertulang dan dilengkapi dengan fender dan *bollard*, dan kedalaman kolam mencapai -10,00 meter LWS
- *breasting dolphin* 4 (empat) unit dengan konstruksi beton bertulang
- *mooring bouy* 2 (dua) unit

Dermaga curah cair yang merupakan fasilitas baru di Terminal Nilam ini sebelumnya telah diujicobakan melalui jalur pipa.

Deputi General Manajer PT. Pelabuhan III Tanjung Perak Bambang Hasbullah mengungkapkan dengan kondisi seperti yang ada sekarang ini produktivitas bongkar muat peti kemas domestik di Terminal Nilam Timur menjadi yang terbaik di Tanjung Perak karena dengan fasilitas terbatas mampu menghasilkan bongkar muat lebih besar dibanding terminal lainnya.



Sumber: PT Pelabuhan Indonesia III

Gambar 16. Peta Pelabuhan Tanjung Perak

Perusahaan yang dijadikan objek dalam Tugas Akhir ini adalah PT. SMART Tbk Surabaya yang memproduksi dan menghasilkan minyak kelapa sawit/CPO terintegrasi terbesar di Indonesia. Selain itu, PT. SMART Tbk Refinery Surabaya memiliki perkebunan kelapa sawit terbesar di Indonesia dengan pabrik penghasil dan pengolahannya salah satu berada di Surabaya.

PT SMART Tbk menghasilkan produk curah seperti minyak sawit mentah, inti sawit, minyak inti sawit, bungkil sawit, *olein*, *stearin*, dan *cocoa butter substitute* dari fasilitas produksi kelapa sawit yang terintegrasi. PT SMART Tbk juga memproduksi serangkaian produk olahan bermerek seperti minyak goreng, margarin, *butter oil substitute*, *shortening* dan lemak khusus laurat, baik untuk pasar industri (pabrik, jasa pembuat makanan dan roti) maupun pasar konsumen.

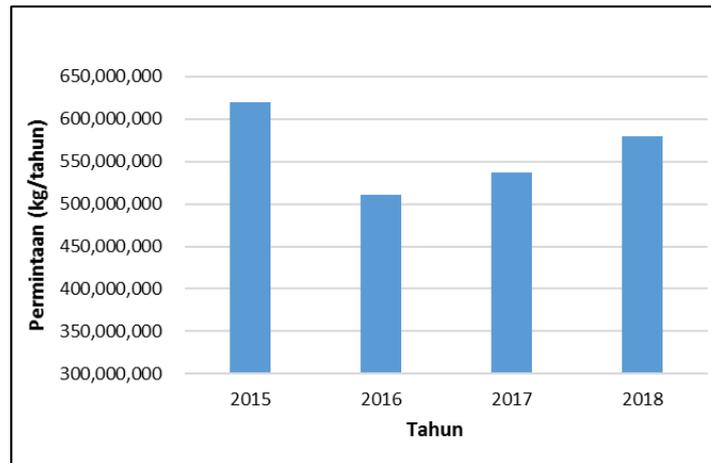
### 4.3 CPO (*Crude Palm Oil*)

Dominasi produk CPO dan turunannya itu, diramalkan akan terus bertambah pada masa mendatang seiring prediksi terjadinya ledakan produksi CPO. Komoditi sektor perkebunan itu kini telah berhasil menggeser komoditi kehutanan dan perkayuan yang selama puluhan tahun mendominasi tapi kini mulai meredup.

Pohon kelapa sawit tumbuh subur di daerah tropis. Sinar Mas Agribusiness and Food menghasilkan sekitar 10 juta ton Tandan Buah Segar (TBS) pada lebih dari 500.000 hektar lahan setiap tahunnya. Tahap pertama yakni penanaman dan pemeliharaan pohon kelapa sawit

dengan benar. Hal ini sangatlah penting agar kami dapat menghasilkan minyak berkualitas terbaik.

Permintaan CPO (*Crude Palm Oil*) di PT SMART Tbk Refinery Surabaya memiliki kecenderungan meningkat dengan permintaan terbanyak pada tahun 2015 yaitu 620.000.000 kg. Besarnya peningkatan permintaan berkisar antara 5% hingga 7%, kenaikan permintaan terbesar terjadi pada tahun 2018 dimana total permintaan mencapai 579.384.000 kg naik sebesar 41.760.000 kg.



Gambar 17. Diagram Permintaan CPO di Indonesia

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Rute Pengiriman CPO (*Crude Palm Oil*)

Dalam penelitian ini hanya dilakukan analisis pola operasi pengiriman CPO (*Crude Palm Oil*) dengan menggunakan kemasan curah cair yang dimuat dalam Kapal Tanker dan SPOB (*Self Propelled Oil Barge*) dan menggunakan kemasan *flexy bag* yang dimuat dalam Kapal Peti Kemas (*container ship*) dan SPCB (*Self Propelled Container Barge*). Rute yang digunakan adalah rute yang berasal dari Pelabuhan Bagendang menuju Pelabuhan Tanjung Perak.



Sumber : Google Earth (diolah kembali)

Gambar 18. Skenario Rute Pengiriman

Rute di atas adalah skenario rute pengiriman CPO ada muatan balik atau tidak ada muatan balik menggunakan 4 jenis kapal yaitu Kapal Tanker, SPOB, SPCB, dan Kapal Peti Kemas (*container ship*). Kapal berangkat dari Pelabuhan Bagendang di Kalimantan Tengah

dengan menuju Pelabuhan Tanjung Perak di Jawa Timur untuk melakukan bongkar muatan. Untuk Kapal Peti Kemas (*container ship*) dan SPCB kembali dengan membawa muatan yaitu beras.

## 5.2 Alternatif Kemasan Pengiriman CPO

### 5.2.1 Muatan Curah Cair

Pada skenario ini pengiriman komoditi CPO tanpa menggunakan kemasan. Kapal yang digunakan adalah Kapal Tanker dan SPOB (*Self Propelled Oil Barge*). Kapal Tanker menggunakan kecepatan dinas sebesar 12.5 knot atau 6.43 m/s dan kecepatan *ballast* sebesar 13.5 knot. Sedangkan SPOB menggunakan kecepatan dinas sebesar 9 knot atau 4.63 m/s dan kecepatan *ballast* sebesar 10 knot. Untuk memulai perhitungan biaya transportasi, maka diperlukan beberapa data pendukung. Pelabuhan asal untuk mengirim CPO menggunakan kedua moda tersebut adalah Pelabuhan Bagendang dengan maksimal sarat 5.5 m. Berikut data pendukung:

Tabel 8. Data Pendukung Perhitungan Kapal Tanker dan SPOB

Keterangan	Nilai	Satuan
Jarak	386.21	nm
Jumlah hari	365	hari/tahun
Jumlah Hari Kerja	330	hari/tahun
Umur Ekonomis	25	tahun
Kurs	Rp 13,700	/\$
Suku Bunga	5%	/tahun
Massa Jenis Air Laut	1.025	ton/m <sup>3</sup>
	1025	kg/m <sup>3</sup>
Percepatan Gravitasi	9.81	m/s <sup>2</sup>
Harga MFO	Rp 7,000	/liter
Harga MDO	Rp 9,900	/liter
Harga Air Tawar	Rp 12,000	/ton
Kecepatan Muat Muatan Cair	150	ton/jam
Kecepatan Bongkar Muatan Cair	150	ton/jam
Biaya Bongkar Muat CPO	Rp 30,000	/ton

Pengiriman CPO menggunakan Kapal Tanker dan SPOB sesuai dengan kondisi eksisting saat ini yaitu pada saat pengiriman CPO kapal berangkat dengan kondisi muatan penuh, sedangkan kapal kembali ke asal dengan keadaan kosong (tanpa muatan balik).

## 5.2.2 Menggunakan Kemasan (*Flexy Bag*)

Pada skenario ini pengiriman komoditi CPO menggunakan kemasan yaitu *flexy bag*. *Flexy bag* yang digunakan akan dimasukkan ke dalam peti kemas (*container*). Kapal yang digunakan adalah Kapal Peti Kemas (*container ship*) dan SPCB (*Self Propelled Container Barge*). Kapal Peti Kemas (*Container Ship*) menggunakan kecepatan dinas sebesar 12 knot atau 6.17 m/s dan kecepatan *ballast* sebesar 13 knot. Sedangkan SPCB menggunakan kecepatan dinas sebesar 9 knot atau 4.63 m/s dan kecepatan *ballast* sebesar 10 knot. Untuk memulai perhitungan biaya transportasi, maka diperlukan beberapa data pendukung. Pelabuhan asal untuk mengirim CPO menggunakan kedua moda tersebut adalah Pelabuhan Bagendang dengan maksimal sarat 5 m. Berikut data pendukung:

Tabel 9. Data Pendukung Perhitungan Kapal *Container* dan SPCB

Keterangan	Nilai	Satuan
Jarak	386.21	nm
Jumlah hari	365	hari/tahun
Jumlah Hari Kerja	330	hari/tahun
Umur Ekonomis	25	tahun
Kurs	Rp 13,700	/ \$
Suku Bunga	5%	/tahun
Percepatan Gravitasi	9.81	m/s <sup>2</sup>
Massa Jenis Air Laut	1.025	ton/m <sup>3</sup>
	1025	kg/m <sup>3</sup>
Massa Jenis CPO	0.89	gr/ml
	890	kg/m <sup>3</sup>
1 flexy bag	23,000	liter
	23	m <sup>3</sup>
1 TEU CPO	20,472	kg
	20.47	ton
Berat 1 karung Beras	25	kg
	0.025	ton
1 TEU Beras	14,625	kg
	14.63	ton
Harga MFO	Rp 7,000	/liter
Harga MDO	Rp 9,900	/liter
Harga Air Tawar	Rp 12,000	/ton
Kecepatan Muat Peti Kemas	35	B/C/H
Kecepatan Bongkar Peti Kemas	35	B/C/H
Kecepatan Muat Flexy Bag	1	jam/bag
Kecepatan Bongkar Flexy Bag	0.5	jam/bag
Tarif Peti Kemas Penuh	Rp 43,000	/box
Tarif Peti Kemas Kosong	Rp 20,000	/box
Harga Flexy Bag	Rp 4,000,000	/bag
Harga Beli Peti Kemas	Rp 45,000,000	/unit
Harga Beli Iso Tank	Rp 100,000,000	/unit

Pemilihan Kapal *Container* dan SPCB untuk pengiriman CPO karena proses bongkar muat yang cepat. Selain itu, peti kemas (*container*) dapat diisi dengan muatan lain (beras) setelah pembongkaran muatan CPO. Sehingga kapal yang digunakan selalu bermuatan penuh saat berangkat dan kembali.

### 5.3 Kapal Pemanding

Kapal pemanding digunakan untuk mengetahui kondisi eksisting kapal yang digunakan untuk mengirim CPO dengan melihat DWT, panjang kapal (LPP), lebar kapal (B), tinggi kapal (H), dan sarat kapal (T). Kapal Pemanding ini adalah kapal-kapal yang telah beroperasi.

#### 5.3.1 Kapal Tanker

Tabel 10. Kapal Pemanding Tanker

No	Nama Kapal	DWT ton	LOA m	LPP m	B m	H m	T m
1	CAI HONG NV SHEN	2,270	89.50	79.50	13.20	7.00	4.19
2	DOUBLE/DOUBLE OIL C	2,412	94.00	84.00	12.30	5.40	3.80
3	PATRA TANKER -1	3,502	95.00	85.00	15.00	7.15	4.60
4	PATRA TANKER -3	3,520	95.50	85.50	15.00	7.15	4.96
5	PATRA TANKER -2	3,520	95.50	85.50	15.00	7.15	4.96
6	MERAUKE	3,550	94.58	84.58	15.20	7.20	5.00
7	MEDITRAN	3,580	94.66	84.66	15.20	7.20	5.00
8	MUSI	3,644	94.66	84.66	15.20	7.20	5.00
9	HELGA	4,200	87.47	77.47	13.60	6.60	4.90
10	NORTHWEST	4,280	88.76	78.76	13.70	6.60	5.20
11	JAZEEL	4,500	86.50	76.50	14.30	7.00	5.10
12	ROYALTY	4,660	94.50	84.50	15.75	7.00	5.10
13	SOUTHERNPEC 9	4,690	93.70	83.70	14.70	6.90	5.10
14	COASTAL JUPITER	4,750	96.20	86.20	14.80	6.80	4.80
15	BEECH 2	5,110	96.80	86.80	15.50	7.00	5.10
16	FENG FAN 27	5,200	103.00	93.00	14.90	6.25	5.15
17	KARPATHOS	5,250	96.70	86.70	16.40	7.20	5.30
18	FENG HAI 30	5,300	101	91	14.80	7.00	5.30
19	COASTAL NO.3	5,600	100	90	15.70	7.80	5.20
20	SEA STERLING	5,605	105	95	15.00	7.20	5.00

Dari tabel 10, dapat diketahui nilai minimal dan maksimal masing-masing ukuran utama kapal. Tabel di atas menunjukkan nilai minimal untuk DWT adalah 2,270 ton, panjang kapal (LPP) adalah 76.50 m, lebar kapal (B) adalah 12.30 m, tinggi kapal (H) adalah 5.40 m, dan sarat kapal (T) adalah 3.80 m. Sedangkan nilai maksimal untuk DWT adalah 5,605 ton, panjang kapal

(LPP) adalah 95 m, lebar kapal (B) adalah 16.40 m, tinggi kapal (H) adalah 7.80 m, dan sarat kapal (T) adalah 5.30 m. Dari nilai yang diperoleh dapat dicari perbandingan untuk ukuran utama kapal. Berikut perbandingan ukuran utama kapal Tanker:

Tabel 11. Perbandingan Ukuran Utama Kapal Tanker

Perbandingan Ukuran Utama	Minimum	Maksimum
LPP/B	5.29	6.83
LPP/H	10.93	15.56
LPP/T	15.00	22.11
T/H	0.60	0.82
B/H	1.89	2.38
B/T	2.63	3.26

Perbandingan ukuran utama kapal dapat digunakan sebagai pedoman untuk batasan-batasan ketika akan membangun kapal baru. Batasan-batasan tersebut dapat berubah menyesuaikan kebutuhan.

### 5.3.2 SPOB (*Self Propelled Oil Barge*)

Tabel 12. Pembanding SPOB

No	Nama Kapal	DWT ton	LOA m	LPP m	B m	H m
1	PETRO OCEAN VI	900	58.00	48.00	10.80	3.80
2	SPOB GRAHA TIGA	1200	64.00	54.00	10.80	5.75
3	SD OCEANSPRAY	1444	52.50	42.50	15.00	4.20
4	IRVIN DOLPHIN	2134	69.14	59.14	15.24	3.97
5	RTC 330	2267	79.18	69.18	13.10	4.57
6	HAI HONG NO.79	2421	68.56	58.56	17.07	3.66
7	OCEAN BRAVE 20517	2448	68.53	58.53	17.07	4.27
8	KENCANA 3	2500	86.20	76.20	17.06	4.87
9	PRIMA 2055	2653	68.51	58.51	17.07	4.27
10	SEAHORSE TRADER	2965	79.49	69.49	16.48	3.96
11	TIRTA SAMUDRA XIX	3000	93.16	83.16	10.00	4.60
12	SRIKANDI 516	3200	95.70	85.70	15.00	4.80
13	SEROJA V	3490	93.36	83.36	13.00	5.20
14	BINTANG LIBRA	3500	80.20	70.20	15.50	6.50
15	PERSADA XXVII	3508	94.29	84.29	15.00	4.80
16	SEROJA VII	3510	94.29	84.29	15.00	4.80
17	OIL BARGE	3860	89.00	79.00	21.33	5.48
18	SEROJA X	4175	94.66	84.66	15.00	5.34
19	MARU TRANS I	4900	93.10	83.10	15.00	5.40
20	JELITA NADIA	5391	81.85	71.85	18.00	5.40

Dari tabel 12, dapat diketahui nilai minimal dan maksimal masing-masing ukuran utama kapal. Tabel di atas menunjukkan nilai minimal untuk DWT adalah 900 ton, panjang kapal (LPP) adalah 42.50 m, lebar kapal (B) adalah 10 m, tinggi kapal (H) adalah 3.66 m, dan sarat kapal (T) adalah 2.54 m. Sedangkan nilai maksimal untuk DWT adalah 5,391 ton, panjang kapal (LPP) adalah 85.70 m, lebar kapal (B) adalah 21.33 m, tinggi kapal (H) adalah 6.50 m, dan sarat kapal (T) adalah 4.60 m. Dari nilai yang diperoleh dapat dicari perbandingan untuk ukuran utama kapal. Berikut perbandingan ukuran utama SPOB:

Tabel 13. Perbandingan Ukuran Utama SPOB

Perbandingan Ukuran Utama	Minimum	Maksimum
LPP/B	2.83	8.32
LPP/H	9.39	18.08
LPP/T	11.74	32.96
T/H	0.54	0.85
B/H	1.88	4.66
B/T	2.35	5.77

Perbandingan ukuran utama kapal dapat digunakan untuk batasan-batasan ketika akan membangun kapal baru. Batasan-batasan tersebut dapat berubah menyesuaikan kebutuhan.

### 5.3.3 SPCB (*Self Propelled Container Barge*)

Tabel 14. Pembanding SPCB

No	Nama Kapal	DWT ton	LOA m	LPP m	B m	H m	T m
1	Zhong ren 3502	3218	88.00	77.00	19.26	5.30	3.21
2	lbs 1	3245	87.30	76.30	19.35	5.32	3.50
3	San hang boo 401	3336	87.26	76.26	19.50	5.37	3.19
4	San hang boo 401	3336	87.60	76.60	19.29	5.51	3.24
5	Bina Bakti 400	3395	88.85	77.85	19.50	5.30	3.22
6	SM Makmur 2	3498	87.30	76.30	19.51	5.47	3.33
7	Telaga Makmur 10	3521	88.14	77.14	19.50	5.46	3.26
8	Esquire no.3	3536	88.15	77.15	19.23	5.37	3.29
9	San hang bo 402	3544	88.64	77.64	19.72	5.47	3.37
10	Samudra VIII	3562	88.30	77.30	19.60	5.46	3.38
11	Samudra Makmur 9	3564	88.44	77.44	19.51	5.36	3.36
12	FB-Dharti VII	3567	88.30	77.30	19.67	5.47	3.39
13	Hua fu 307	3590	88.55	77.55	19.50	5.61	3.36
14	Ewan 31	3610	88.12	77.12	19.51	5.60	3.37
15	Masindo 233	3665	89.30	78.30	19.44	5.56	3.39
16	Mintra Sindo 26	3750	88.30	77.30	18.97	5.60	3.59
17	Sindi Eagle	3763	91.30	80.30	19.71	5.78	3.48
18	Samudra Sindo 68	3790	90.12	79.12	20.00	5.78	3.41

No	Nama Kapal	DWT ton	LOA m	LPP m	B m	H m	T m
19	Kalindo Jaya - I	3800	90.22	79.22	19.78	5.96	3.39
20	Bayswater 2308	3808	92.48	81.48	19.96	5.87	3.43
21	Samudra Bintang 98	3812	90.30	79.30	19.80	5.86	3.46
22	Samudra Bintang 99	3821	90.39	79.39	19.91	5.86	3.43
23	Indo Sukses 12	3941	91.90	80.90	20.43	5.82	3.45
24	EI	3952	92.78	81.78	20.56	5.75	3.51
25	Bina 88A	3964	92.94	81.94	20.34	5.89	3.47
26	Indo Ocean Marine - I	3970	91.56	80.56	20.20	5.80	3.53
27	Kalindi Bahagia 1	3985	92.22	81.22	20.50	5.86	3.51
28	Kalindi Bahagia 2	4000	91.32	80.32	20.78	5.97	3.59
29	MICLYN 2510	4045	93.10	82.10	20.38	6.05	3.67
30	Muhibbah B31	4128	92.13	81.13	20.56	6.13	3.76
31	Armada Persada 2	4158	93.03	82.03	21.32	6.28	3.79
32	Indo Sukses 2505	4190	93.85	82.85	21.10	6.37	3.86
33	Multindo LP-104	4205	93.15	82.15	21.33	6.29	3.88

Dari tabel di atas dapat diketahui nilai minimal dan maksimal masing-masing ukuran utama kapal. Tabel di atas menunjukkan nilai minimal untuk DWT adalah 3,218 ton, panjang kapal (LPP) adalah 76.26 m, lebar kapal (B) adalah 18.97 m, tinggi kapal (H) adalah 5.30 m, dan sarat kapal (T) adalah 3.19 m. Sedangkan nilai maksimal untuk DWT adalah 4,205 ton, panjang kapal (LPP) adalah 82.85 m, lebar kapal (B) adalah 21.33 m, tinggi kapal (H) adalah 6.37 m, dan sarat kapal (T) adalah 3.88 m. Dari nilai yang diperoleh dapat dicari perbandingan untuk ukuran utama kapal. Berikut perbandingan ukuran utama SPCB:

Tabel 15. Perbandingan Ukuran Utama SPCB

Perbandingan Ukuran Utama	Minimum	Maksimum
LPP/B	3.85	4.08
LPP/H	13.01	14.69
LPP/T	21.16	24.18
T/H	0.57	0.66
B/H	3.31	3.68
B/T	5.28	6.11

Perbandingan ukuran utama kapal dapat digunakan untuk batasan-batasan ketika akan membangun kapal baru. Batasan-batasan tersebut dapat berubah menyesuaikan kebutuhan.

### 5.3.4 Kapal Peti Kemas (*Container Ship*)

Tabel 16. Kapal Pembanding *Container*

No	Nama Kapal	DWT ton	LOA m	LPP m	B m	H m	T m
1	NAGALEADER	7032	112.5	125.28	20.94	13	7.01
2	PAC PALAWAN	7055	124.19	122.82	19.46	11.31	6.364
3	EMILIA	7131	121.88	122.83	19.47	11.24	5.68
4	BF FORTALEZA	7202	121.85	126.04	22.2	12.19	7.57
5	ICE RUNNER	7545	129.62	121.39	19.13	10.88	5.413
6	OPDR LAS PALMAS	7900	127.95	121.41	19.25	10.91	6.3
7	NOVA	7946	133	120.82	18.65	10.46	6.28
8	GRACE CHURC COMET	7970	133	125.97	20.15	11.13	6.24
9	OOCL NARVA	8002	133	120.86	18.68	10.52	6.275
10	HAKATA VOYAGER	8218	132.62	122.62	19.44	11.08	6.388
11	MED PRODIGY	8350	132.4	122.52	19.43	10.98	6.413
12	PROSRICH	8430	127	123.44	19.74	11.75	6.72
13	SELFLOSS	8609	126.63	123.73	19.82	11.72	6.86
14	SINOKOR NIGATA	8662	131.11	121.11	18.82	10.81	5.85
15	MERATUS TANGGUH 1	8721	136.99	126.99	22.21	12.84	7.34
16	BF NILOU	8861	129.43	126.47	22.5	12.7	7.4
17	TVL XIAMEN	8987	132.67	122.67	19.47	11.17	5.563
18	LIBERTY STAR	9164	132.79	122.79	19.58	11.29	5.45
19	NUKA ARCTICA	9566	132.5	125.91	20.83	13.1	7.013
20	STAR COMET	9618	133	125.98	20.22	11.13	6.237
21	PEGASUS PACER	9618	132.95	122.95	19.71	11.71	6.614
22	AINAFTIS	9810	135.84	125.84	21.19	13.5	7.38
23	PAPUANCIV	10083	129.75	125.84	19.92	11.58	7.346
24	POS TOKYO	10298	132.88	122.88	19.54	11.55	6.36
25	HEUNG-A-JAKARTA	10299	131.09	121.09	18.72	10.75	6.364
26	POSANGEL	10299	143	122.85	19.51	11.46	5.7
27	NEW BLESSING	10500	136.32	126.32	22.44	12.42	5.41
28	KHARIS JUPITER	11386	136.72	126.72	22.69	12.95	7.651
29	EASTERN EXPRESS	12473	137.7	127.7	22.67	13.24	8.01
30	CAPTAIN TASMAN	12814	144	125.97	20.46	11.88	7.03
31	DOOWOO FAMILY	12827	132.82	122.82	19.49	11.23	6.41
32	SHENGHE	13106	148.3	125.88	19.85	11.47	7.1
33	SINAR BINTAN	14971	144	125.18	21.15	12.7	7.96
34	SAIGON BRIDGE	21980	171.99	126.96	22.6	14	8.51

Dari tabel di atas dapat diketahui nilai minimal dan maksimal masing-masing ukuran utama kapal. Tabel di atas menunjukkan nilai minimal untuk DWT adalah 7,023 ton, panjang kapal (LPP) adalah 120.82 m, lebar kapal (B) adalah 18.65 m, tinggi kapal (H) adalah 10.46 m, dan sarat kapal (T) adalah 5.41 m. Sedangkan nilai maksimal untuk DWT adalah 21,980 ton, panjang kapal (LPP) adalah 127.70 m, lebar kapal (B) adalah 22.69 m, tinggi kapal (H) adalah 14 m, dan sarat kapal (T) adalah 8.51 m. Dari nilai yang diperoleh dapat dicari perbandingan untuk ukuran utama kapal. Berikut perbandingan ukuran utama kapal *container*:

Tabel 17. Perbandingan Ukuran Utama Kapal *Container*

Perbandingan Ukuran Utama	Minimum	Maksimum
LPP/B	5.58	6.48
LPP/H	9.07	11.55
LPP/T	14.92	23.35
T/H	0.44	0.63
B/H	1.57	1.82
B/T	2.66	4.15

Perbandingan ukuran utama kapal dapat digunakan sebagai pedoman untuk batasan-batasan ketika akan membangun kapal baru. Batasan-batasan tersebut dapat berubah menyesuaikan kebutuhan.

#### 5.4 Perhitungan Kapasitas Maksimal Muatan

Kapasitas maksimal muatan (*payload*) kapal adalah banyaknya muatan yang diangkut kapal dalam sekali perjalanan (*one trip*). Kapasitas maksimal muatan (*payload*) diperoleh dari besarnya DWT pada kapal. Dalam Tugas Akhir ini ada 2 (dua) cara perhitungan yaitu perhitungan untuk skenario 1 (bangun kapal) dan skenario 2 (kapal sewa).

##### 5.4.1 Kapal Baru/Bangun Kapal

Perhitungan *payload* untuk kapal bangun baru berasal dari DWT, sedangkan DWT berasal dari perhitungan berat kapal yang dibangun. Berikut persamaan untuk mencari *payload* kapal:

$$PyC = DWT - W_{cons} \quad \text{Persamaan (05)}$$

$$PyB = PyC_T \cdot TEU_B \quad \text{Persamaan (06)}$$

Dimana:

$$PyC = \text{Kapasitas Muat Muatan CPO} \quad (\text{ton})$$

$$PyB = \text{Kapasitas Muat Muatan Balik} \quad (\text{ton})$$

$$PyC_T = \text{Kapasitas Muat Muatan CPO} \quad (\text{TEU})$$

$$W_{cons} = \text{Berat Konsumsi Kapal} \quad (\text{ton})$$

$$TEU_B = 14.63 \quad (\text{ton})$$

Persamaan di atas dapat diketahui *payload* Kapal Tanker sebesar 5,943 ton, SPOB sebesar 5,976 ton, SPCB sebesar 3,965 ton atau 194 TEU dan kapal peti kemas (*container ship*) sebesar 4,957 ton atau 243 TEU.

### 5.4.2 Kapal Sewa (*Charter*)

Perhitungan *payload* untuk kapal sewa (*charter*) berasal dari DWT, sedangkan DWT tergantung kapal yang digunakan. Berikut persamaan untuk mencari *payload* kapal:

$$PyB = PyC_T \cdot TEU_B \quad \text{Persamaan (07)}$$

$$PyC = 90\% \cdot DWT \quad \text{Persamaan (08)}$$

Dimana:

$$PyC = \text{Kapasitas Muat Muatan CPO} \quad (\text{ton})$$

$$PyB = \text{Kapasitas Muat Muatan Balik} \quad (\text{ton})$$

$$PyC_T = \text{Kapasitas Muat Muatan CPO} \quad (\text{TEU})$$

$$TEU_B = 14.63 \quad (\text{ton})$$

Persamaan 07 digunakan pada skenario 1 (kapal bangun baru) dan Persamaan 08 digunakan untuk skenario 2 (kapal sewa), sehingga dapat diketahui *payload* Kapal Tanker sebesar 4,725 ton, SPOB sebesar 3,758 ton, SPCB sebesar 3,600 ton atau 176 TEU dan Kapal Peti Kemas (*container ship*) sebesar 6,791 ton atau 332 TEU.

### 5.5 Perhitungan Waktu

Berdasarkan data jarak antar lokasi dan kecepatan masing-masing kapal, maka dapat dihitung waktu seluruh operasional kapal berlayar (*sea time*). Sedangkan waktu saat kapal tidak bertugas adalah ketika kapal berada di pelabuhan (*port time*). Waktu berlayar (*sea time*) dihitung dengan menjumlahkan waktu berlayar saat ke pelabuhan tujuan dan waktu berlayar saat kembali ke pelabuhan asal.

#### 5.5.1 Waktu Berlayar (*Seatime*)

$$t_{SE} = (s \cdot V_s \text{ dinas}) + (s \cdot V_s \text{ dinas}) \quad \text{Persamaan (09)}$$

$$t_{SE} = (s \cdot V_s \text{ dinas}) + (s \cdot V_s \text{ ballast}) \quad \text{Persamaan (10)}$$

Dimana:

$$t_{SE} = \text{Waktu Berlayar/seatime} \quad (\text{jam})$$

$$s = \text{Jarak antar Pelabuhan} \quad (\text{nm})$$

$$V_s \text{ dinas} = \text{Kecepatan Kapal Bermuatan Penuh} \quad (\text{knot})$$

$$V_s \text{ ballast} = \text{Kecepatan Kapal Tanpa Muatan} \quad (\text{knot})$$

Persamaan 09 digunakan untuk kapal yang mengangkut peti kemas (*container*) dan persamaan 10 digunakan untuk kapal yang mengangkut muatan curah cair. Pada persamaan-persamaan tersebut didapat waktu berlayar untuk Kapal Tanker selama 59.5 jam, SPOB selama 81.53 jam, SPCB selama 85.82 jam dan Kapal Peti Kemas (*container ship*) selama 64.37 jam.

### 5.5.2 Waktu Pelabuhan (*Port Time*)

Waktu pelabuhan ini terdiri dari waktu bongkar muatan, waktu muat muatan, waktu pemanduan (*approach time*), waktu tunggu (*waiting time*) dan waktu kosong (*idle time*). Waktu bongkar dan muat muatan curah cair menggunakan pompa pelabuhan diasumsikan selama 150 ton/jam, sedangkan waktu bongkar dan muat peti kemas (*container*) menggunakan *crane container* diasumsikan selama 35 B/C/H. Ketika menggunakan *flexy bag*, waktu muat selama 1 jam/*bag* dan waktu bongkar selama 0.5 jam/*bag* atau 30 menit/*bag*. Perhitungan waktu di pelabuhan ditambahkan waktu pemanduan (AT), waktu menunggu (WT) dan waktu kosong (IT). Asumsi AT, WT dan IT untuk di pelabuhan asal selama 5 jam dan di pelabuhan tujuan diasumsikan selama 7 jam.

$$t_M = PyC \div V_M \quad \text{Persamaan (11)}$$

$$t_M = (PyC_T \cdot V_M) + (PyC_T \div V_M) + (PyC_T \div V_B) \quad \text{Persamaan (12)}$$

$$t_B = PyC \div V_B \quad \text{Persamaan (13)}$$

$$t_B = 2.(PyC_T \div V_B) + 2.(PyB \div V_M) \quad \text{Persamaan (14)}$$

Dimana:

$$t_M = \text{Waktu Muat Muatan} \quad (\text{jam})$$

$$t_B = \text{Waktu Bongkar Muatan} \quad (\text{jam})$$

$$V_M = \text{Kecepatan Muat Muatan} \quad (\text{ton/jam, B/C/H, jam/bag})$$

$$V_B = \text{Kecepatan Bongkar Muatan} \quad (\text{ton/jam, B/C/H, jam/bag})$$

$$PyC = \text{Kapasitas Muat Muatan CPO} \quad (\text{ton})$$

Persamaan 11 dan 13 digunakan untuk Kapal Peti Kemas (*container ship*) dan SPCB karena terdapat penambahan waktu muat untuk muatan balik, sedangkan persamaan 12 dan 14 untuk Kapal Tanker dan SPOB sama dengan waktu muat muatan.

Dari persamaan di atas maka didapat waktu di pelabuhan untuk skenario 1 (kapal bangun baru) adalah Kapal Tanker selama 91.2 jam, SPOB selama 91.67 jam, SPCB selama 217.09 jam dan Kapal Peti Kemas (*container ship*) selama 268.89 jam. Sedangkan untuk skenario 2 (kapal sewa) waktu di pelabuhan untuk Kapal Tanker selama 75 jam, SPOB selama 62.10 jam, SPCB selama 198.06 jam dan Kapal Peti Kemas (*container ship*) selama 362.97 jam.

## 5.6 Pola Operasi Kapal

Pola operasi kapal untuk mengirim CPO dalam jangka waktu 1 (satu) tahun terdiri dari frekuensi muatan, frekuensi perjalanan dan jumlah kapal yang digunakan. Dalam Tugas Akhir

ini permintaan CPO yang digunakan adalah pada tahun ke-20 yang akan datang yaitu 1,860,000 ton.

$$\text{Frek}_M = D \div \text{PyC} \quad \text{Persamaan (15)}$$

$$\text{Frek}_P = C_D \div T_t \quad \text{Persamaan (16)}$$

$$Z = \text{Frek}_M \div \text{Frek}_P \quad \text{Persamaan (17)}$$

Dimana:

$$\text{Frek}_M = \text{Frekuensi Muatan} \quad (\text{roundtrip/tahun})$$

$$\text{Frek}_P = \text{Frekuensi Perjalanan} \quad (\text{roundtrip/tahun})$$

$$Z = \text{Jumlah Kapal} \quad (\text{unit})$$

$$C_D = \text{Jumlah Hari Kerja/330} \quad (\text{hari})$$

$$T_t = \text{Total Waktu Perjalanan} \quad (\text{hari})$$

Pada persamaan-persamaan untuk pola operasi didapat bahwa skenario 1 (kapal bangun baru/beli) untuk Kapal Tanker memerlukan kapal sejumlah 6 (enam) unit dengan frekuensi muatan sebanyak 313 kali/tahun dan frekuensi perjalanan sebanyak 53 kali/tahun, SPOB memerlukan kapal sejumlah 7 (tujuh) unit dengan frekuensi muatan sebanyak 313 kali/tahun dan frekuensi perjalanan sebanyak 46 kali/tahun, SPCB memerlukan kapal sejumlah 18 unit dengan frekuensi muatan sebanyak 469 kali/tahun dan frekuensi perjalanan sebanyak 27 kali/tahun, dan Kapal Peti Kemas (*container ship*) memerlukan kapal sejumlah 16 unit dengan frekuensi muatan sebanyak 375 kali/tahun dan frekuensi perjalanan sebanyak 24 kali/tahun.

Pada skenario 2 (kapal sewa) pola operasi untuk Kapal Tanker memerlukan kapal sejumlah 7 (tujuh) unit dengan frekuensi muatan sebanyak 394 kali/tahun dan frekuensi perjalanan sebanyak 59 kali/tahun, SPOB memerlukan kapal sejumlah 9 unit dengan frekuensi muatan sebanyak 495 kali/tahun dan frekuensi perjalanan sebanyak 56 kali/tahun, SPCB memerlukan kapal sejumlah 19 unit dengan frekuensi muatan sebanyak 517 kali/tahun dan frekuensi perjalanan sebanyak 28 kali/tahun, dan Kapal Peti Kemas (*container ship*) memerlukan kapal sejumlah 15 unit dengan frekuensi muatan sebanyak 274 kali/tahun dan frekuensi perjalanan sebanyak 19 kali/tahun.

## 5.7 Perhitungan Biaya

### 5.7.1 Biaya Modal/*Capital Cost*

Biaya Modal dalam tugas akhir ini terdapat 2 (dua) skenario yaitu skenario 1 (kapal bangun baru) dan skenario 2 (kapal sewa).

## Kapal Bangun Baru

Untuk menghitung biaya pengadaan kapal baru diperoleh dari berat kapal yang terdiri dari berat baja, berat peralatan dan perlengkapan, dan berat mesin. Berikut persamaan menghitung berat kapal:

$$CC = P_{ST} \cdot W_{ST} \quad \text{Persamaan (18)}$$

Dimana:

$$CC = \text{Capital Cost/Biaya Modal} \quad (\text{Rp/tahun})$$

$$P_{ST} = \text{Harga Baja} \quad (\text{Rp/ton})$$

$$W_{ST} = \text{Berat Baja} \quad (\text{ton})$$

Dari persamaan di atas masing-masing berat dikalikan dengan harga baja dan jasa pembangunan dengan asumsi senilai Rp 40,000,000 per ton.

Tabel 18. Biaya Modal Bangun Kapal

Jenis Kapal	Capital Cost (per tahun)
Tanker	Rp 53,659,118,246
SPOB	Rp 51,818,281,357
SPCB	Rp 105,436,056,599
Container	Rp 161,868,202,629

Dari tabel 18, biaya pengadaan kapal baru paling tinggi adalah Kapal Peti Kemas (*container ship*) sedangkan biaya pengadaan paling rendah adalah SPOB.

## Kapal Sewa

Ketika menggunakan kapal sewa, biaya pengadaan kapal dan biaya operasional kapal sudah termasuk dalam *charter hire*. Sehingga penyewa (*charterer*) tidak perlu membangun kapal baru/membeli kapal dan tidak perlu menanggung biaya operasional kapal. Berikut TCH (*Time Charter Hire*) masing-masing kapal:

Tabel 19. Time Charter Hire

Jenis Kapal	TCH (per tahun)
Tanker	Rp 118,679,161,706
SPOB	Rp 105,020,628,273
SPCB	Rp 204,290,155,740
Container	Rp 319,831,788,474

Biaya sewa kapal (*charter hire*) diperoleh dari hasil regresi *charter rate* tiap kapal. Biaya sewa tersebut kemudian dikalikan dengan jumlah kapal yang digunakan, sehingga diperoleh hasil pada tabel di atas.

### 5.7.2 Biaya Operasional/*Operational Cost*

Biaya operasional dihitung ketika pengiriman CPO pada skenario 1 (kapal bangun baru). Biaya operasional terdiri dari gaji kru, biaya perbaikan dan perawatan kapal, biaya asuransi, biaya persediaan kru, biaya *lubricating oil*, biaya dokumentasi dan administrasi.

Tabel 20. Biaya Operasional Kapal

Jenis Kapal	<i>Operating Cost</i> (per tahun)
Tanker	Rp 57,691,599,411
SPOB	Rp 58,949,082,591
SPCB	Rp 116,835,780,299
<i>Container</i>	Rp 164,025,052,187

### 5.7.3 Biaya Pelayaran/*Voyage Cost*

Biaya pelayaran adalah biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan selama kapal berlayar. Biaya pelayaran terdiri biaya *fuel oil*, biaya *diesel oil*, biaya *fresh water*, dan biaya pelabuhan. Dalam Tugas Akhir ini ada 2 (dua) skenario kapal yang digunakan yaitu skenario 1 (kapal bangun baru) dan skenario 2 (kapal sewa).

Tabel 21. Biaya Pelayaran Skenario Kapal Baru

Jenis Kapal	<i>Voyage Cost</i> (per tahun)
Tanker	Rp 19,999,195,718
SPOB	Rp 17,021,398,453
SPCB	Rp 4,223,669,634
<i>Container</i>	Rp 7,862,247,281

Dari tabel 21 dan 22, dapat diketahui biaya pelayaran paling tinggi adalah Kapal Tanker karena daya yang digunakan Kapal Tanker paling besar dan biaya operasional paling rendah adalah SPCB.

Tabel 22. Biaya Pelayaran Skenario Kapal Sewa

Jenis Kapal	<i>Voyage Cost</i> (per tahun)
Tanker	Rp 22,304,684,204
SPOB	Rp 20,702,101,476
SPCB	Rp 6,500,875,956
<i>Container</i>	Rp 9,509,191,387

Pada biaya pelayaran, pengeluaran paling banyak adalah biaya *fuel oil* dan *diesel oil*. Selain itu GT kapal juga berpengaruh pada biaya pelabuhan.

#### 5.7.4 Biaya Bongkar Muat/*Cargo Handling Cost*

Biaya bongkar muat pada Tugas Akhir ini terdapat 2 (dua) cara yaitu bongkar muat muatan curah cair dan bongkar muat peti kemas (*container*). Biaya bongkar muat muatan curah cair sebesar Rp 30,000 per ton sedangkan biaya bongkar muat peti kemas (*container*) sebesar Rp 43,000 per TEU.

Tabel 23. Biaya Bongkar Muat Skenario Kapal Baru

Jenis Kapal	<i>Cargo Handling Cost</i> (per tahun)
Tanker	Rp 18,897,688,573
SPOB	Rp 16,492,598,951
SPCB	Rp 900,936,000
<i>Container</i>	Rp 1,003,104,000

Perbedaan biaya bongkar muat ini tergantung *payload* masing-masing kapal dan frekuensi perjalanan kapal selama 1 (satu) tahun.

Tabel 24. Biaya Bongkar Muat Skenario Kapal Sewa

Jenis Kapal	<i>Cargo Handling Cost</i> (per tahun)
Tanker	Rp 16,726,500,000
SPOB	Rp 12,625,200,000
SPCB	Rp 847,616,000
<i>Container</i>	Rp 1,084,976,000

Dari tabel 23 dan 24, biaya bongkar muat, terlihat biaya paling tinggi adalah Kapal Tanker sedangkan biaya paling rendah adalah SPCB.

#### 5.7.5 Biaya Investasi

Biaya investasi terdiri dari biaya pengadaan *flexy bag*, peti kemas kering (*dry container*), dan *iso tank container*. Biaya investasi pada Tugas Akhir ini hanya terdapat pada Kapal Peti Kemas (*container ship*) dan SPCB karena moda angkut tersebut yang membawa muatan peti kemas (*container*). Di dalam perhitungan biaya, biaya investasi ini dikategorikan ke dalam biaya modal (*capital cost*).

Biaya pengadaan *flexy bag* sebesar Rp 4,000,000 per kantong dengan jumlah menyesuaikan permintaan CPO yang dikirim selama 1 (satu) tahun. Biaya pengadaan peti kemas kering (*dry container*) dan *iso tank container* menyesuaikan *payload* kapal yang digunakan untuk mengangkut CPO.

Tabel 25. Biaya Investasi Skenario Kapal Baru

Jenis Kapal	Biaya Investasi (per tahun)
SPCB	Rp 196,056,116,410
Container	Rp 199,988,609,752

Biaya inventaris paling tinggi pada pengadaan *flexy bag* karena *flexy bag* hanya bisa digunakan sekali, sedangkan untuk peti kemas kering (*dry container*) dan *iso tank container* dapat digunakan berkali-kali.

Tabel 26. Biaya Investasi Skenario Kapal Sewa

Jenis Kapal	Biaya Investasi (per tahun)
SPCB	Rp 194,626,666,667
Container	Rp 205,947,623,150

Dari tabel 25 dan 26, biaya investasi tersebut dapat disimpulkan bahwa Kapal Peti Kemas mengeluarkan biaya investasi paling banyak dikarenakan *payload* pada Kapal Peti Kemas lebih banyak sehingga membutuhkan peti kemas (*container*) dan *iso tank container* lebih banyak dibandingkan SPCB.

#### 5.7.6 Biaya Total

Biaya total adalah penjumlahan biaya-biaya pengiriman CPO melalui laut beserta investasi yang digunakan. Persamaan biaya total sebagai berikut:

$$TC = CC + OC + VC + CHC \quad \text{Persamaan (19)}$$

$$TC = TCH + VC + CHC \quad \text{Persamaan (20)}$$

Dimana:

$$TC = \text{Total Cost/Biaya Total} \quad (\text{Rp/tahun})$$

$$CC = \text{Capital Cost/Biaya Modal} \quad (\text{Rp/tahun})$$

$$TCH = \text{Time Charter Hire/Biaya Sewa Kapal} \quad (\text{Rp/tahun})$$

$$OC = \text{Operational Cost/Biaya Operasional} \quad (\text{Rp/tahun})$$

$$VC = \text{Voyage Cost/Biaya Pelayaran} \quad (\text{Rp/tahun})$$

$$CHC = \text{Cargo Handling Cost/Biaya Bongkar Muat} \quad (\text{Rp/tahun})$$

Dari persamaan-persamaan di atas, maka didapat biaya total masing-masing kapal dengan skenario yang berbeda.

Tabel 27. Biaya Total Skenario Kapal Baru

Jenis Kapal	Total Cost (per tahun)
Tanker	Rp 150,247,601,947
SPOB	Rp 144,281,361,352
SPCB	Rp 423,452,558,942
Container	Rp 534,747,215,850

Biaya total sudah termasuk biaya investasi untuk Kapal Peti Kemas dan SPCB. Biaya investasi termasuk kategori biaya modal/*capital cost*.

Tabel 28. Biaya Total Skenario Kapal Sewa

Jenis Kapal	Total Cost (per tahun)
Tanker	Rp 157,710,345,909
SPOB	Rp 138,347,929,749
SPCB	Rp 406,265,314,362
Container	Rp 536,373,579,011

Biaya total paling tinggi adalah Kapal Peti Kemas (*container ship*), sedangkan biaya total paling rendah adalah SPOB.

Tabel 29. Unit Cost CPO Skenario Kapal Baru

Jenis Kapal	Unit Cost (per ton)
Tanker	Rp 80,778
SPOB	Rp 77,571
SPCB	Rp 167,677
Container	Rp 211,631

Pada total biaya pada tabel 28. maka diperoleh *unit cost* CPO dengan membagi total biaya dengan total muatan yang diangkut kapal selama 1 (satu) tahun.

Tabel 30. Unit Cost CPO Skenario Kapal Sewa

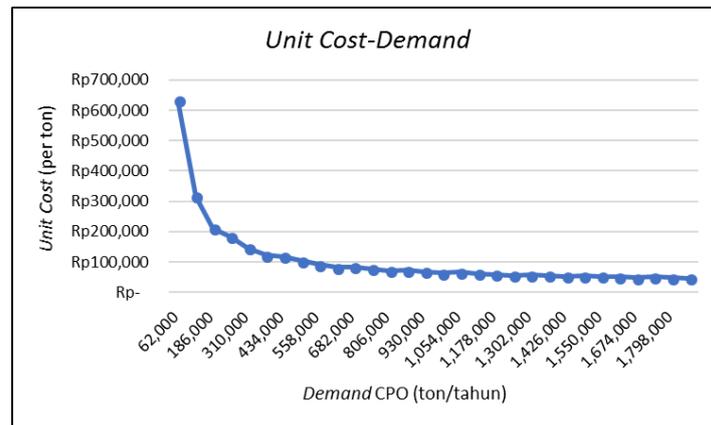
Jenis Kapal	Unit Cost (per tahun)
Tanker	Rp 84,791
SPOB	Rp 74,381
SPCB	Rp 160,900
Container	Rp 212,426

Dari tabel 29 dan 30, *unit cost* di atas dapat disimpulkan *unit cost* paling rendah adalah SPOB saat kondisi sewa yaitu sebesar Rp 74,381 per ton.

## 5.8 Analisis Sensitivitas

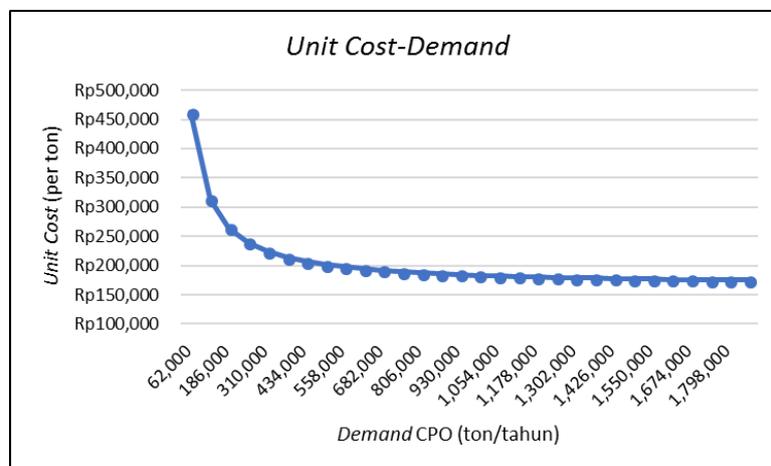
Analisis sensitivitas yang dipakai pada Tugas Akhir ini adalah jumlah *demand* CPO per tahun, *load factor* muatan balik dan pola operasi kapal. Analisis sensitivitas ini digunakan untuk menghitung pengaruh dari keadaan pada tiap alternatif dengan dampak terhadap *unit cost* CPO.

### *Demand* dengan *Unit Cost*



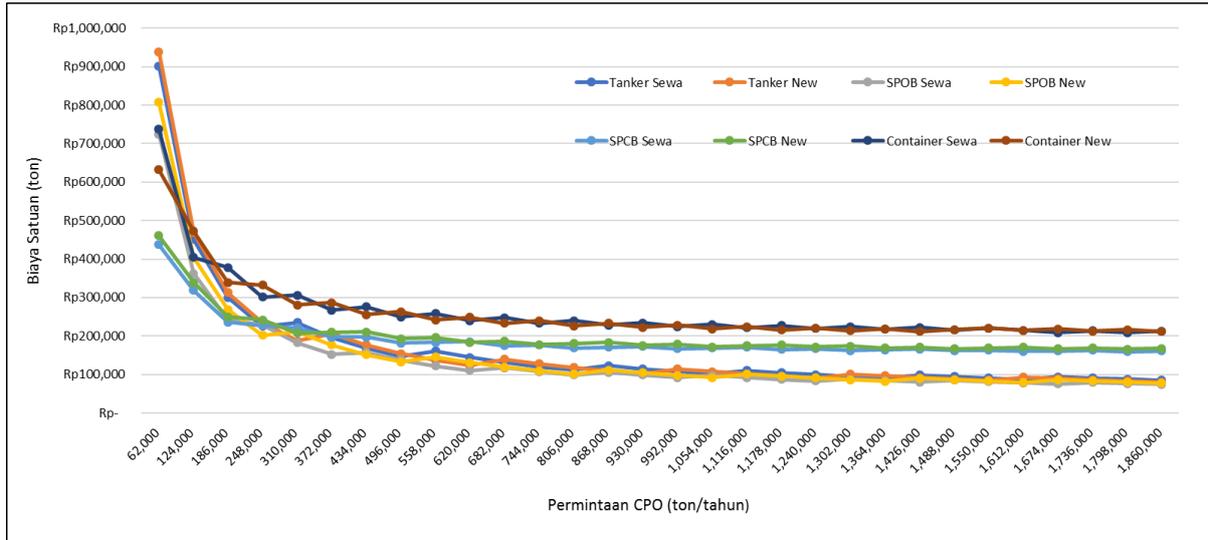
Gambar 19. Grafik *Unit Cost* terhadap *Demand* pada SPOB Sewa

Grafik pada gambar 19. SPOB dengan skenario sewa dipilih karena yang menghasilkan *unit cost* CPO paling rendah. Grafik tersebut cenderung menurun saat *demand* CPO bertambah. Semakin banyak *demand* CPO, maka semakin rendah *unit cost* CPO.



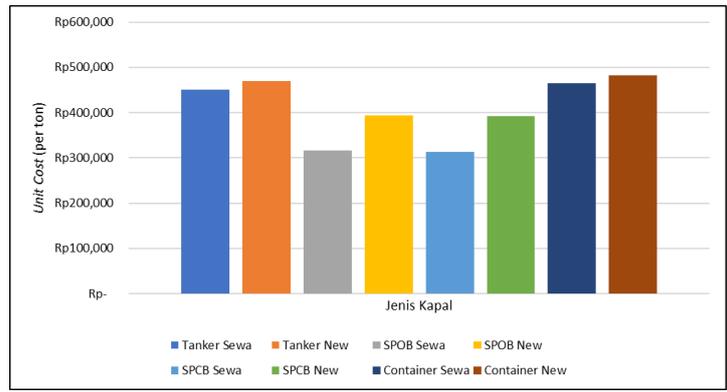
Gambar 20. Grafik *Unit Cost* terhadap *Demand* pada SPCB Sewa

Grafik pada gambar 20. SPCB dengan skenario sewa dipilih karena yang menghasilkan *unit cost* CPO paling rendah dengan alternatif kemasan pada peti kemas. Grafik tersebut cenderung menurun saat *demand* CPO bertambah. Semakin banyak *demand* CPO, maka semakin rendah *unit cost* CPO.



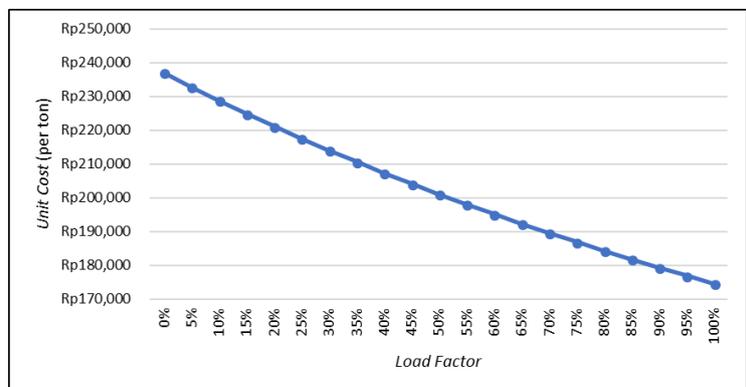
Gambar 21. Grafik Demand CPO

Pada grafik *demand CPO* saat ini yaitu 620,000 ton/tahun dapat disimpulkan bahwa *unit cost* paling rendah adalah SPOB pada skenario 2 (kapal sewa) sebesar Rp 110,124 per ton. Jika *demand CPO* 186,000 ton/tahun, maka *unit cost* paling rendah adalah SPCB sebesar Rp 236,562 per ton. Diagram *unit cost* dapat dilihat di bawah ini:



Gambar 22. Diagram Perbandingan Unit Cost

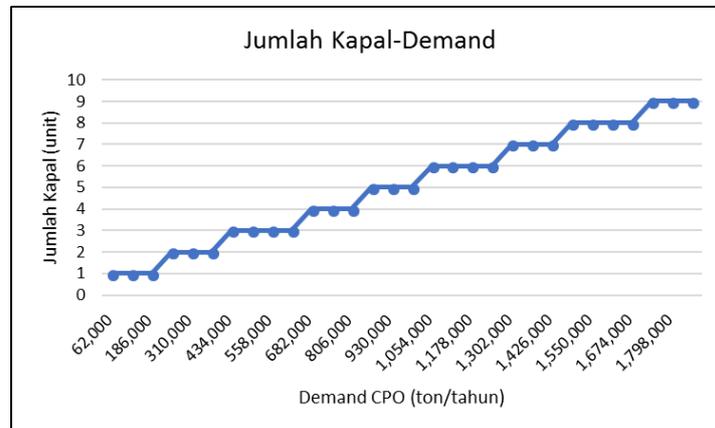
**Load Factor dengan Unit Cost**



Gambar 23. Grafik Load Factor SPCB Sewa

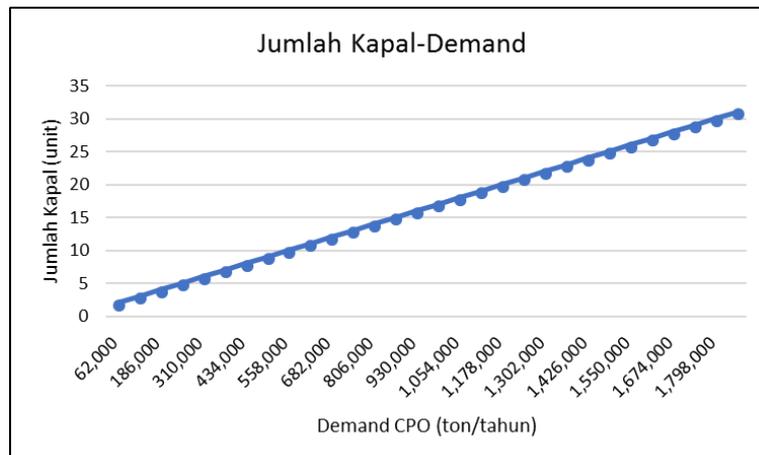
Pada grafik 23. *load factor* muatan balik di atas dapat dilihat bahwa semakin besar *load factor*-nya maka *unit cost* CPO semakin rendah. Pemilihan SPCB skenario 2 (kapal sewa) karena alternatif moda angkutan yang menghasilkan *unit cost* paling rendah dan mengangkut muatan menggunakan peti kemas.

### Jumlah Kapal dengan Demand



Gambar 24. Jumlah SPOB Sewa terhadap Demand

Grafik pada gambar 24. menunjukkan kebutuhan kapal yang digunakan untuk memenuhi permintaan CPO tiap tahunnya. Ada saat tertentu jumlah kapal yang dibutuhkan sama dengan jumlah kapal jumlah kapal pada tahun sebelumnya. Grafik tersebut cenderung meningkat mengikuti permintaan CPO karena permintaan CPO yang semakin meningkan namun DWT kapal yang digunakan tetap.



Gambar 25. Jumlah SPCB Sewa terhadap Demand

Grafik pada gambar 25. menunjukkan kebutuhan kapal yang digunakan untuk memenuhi permintaan CPO tiap tahunnya. Setiap tahun kebutuhan kapal selalu meningkat mengikuti permintaan CPO tiap tahunnya.

# BAB VI

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah diselesaikan dalam Tugas Akhir ini maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kondisi eksisting pengiriman *Crude Palm Oil* (CPO) dilakukan dengan menggunakan SPOB (*Self Propelled Oil Barge*) dengan *range* DWT 1.000 hingga 4.000 ton.
2. SPOB dengan skenario 2 (kapal sewa) adalah moda angkut CPO yang menghasilkan *unit cost* paling rendah yaitu sebesar Rp 74,381 per ton pada permintaan CPO sebanyak 1,860,000 ton/tahun. Sedangkan jika menggunakan alternatif kemasan, maka SPCB dengan skenario 2 (kapal sewa) adalah moda angkut CPO yang menghasilkan *unit cost* lebih rendah daripada SPOB yaitu sebesar Rp 236,562 per ton saat permintaan CPO sebanyak 186,000 ton/tahun.
3. Pola operasi pengiriman *Crude Palm Oil* (CPO) dalam Tugas Akhir ini menggunakan SPOB dan SPCB ketika alternatif pengiriman menggunakan peti kemas (*container*) dengan skenario sewa (*charter*).
  - Kapal SPOB (*Self Propelled Oil Barge*) yang digunakan untuk melakukan pengiriman adalah 4,175 DWT. Frekuensi muatan sebanyak 495 kali/tahun, frekuensi perjalanan sebanyak 56 kali/tahun dan jumlah kapal yang digunakan sebanyak 9 unit. Waktu tempuh selama 5.98 hari untuk 1 (satu) kali *roundtrip* dengan waktu berlayar selama 81.53 jam dan waktu pelabuhan selama 62.10 jam.
  - Kapal SPCB (*Self Propelled Container Barge*) yang digunakan untuk melakukan pengiriman adalah 4,000 DWT. Frekuensi muatan sebanyak 517 kali/tahun, frekuensi perjalanan sebanyak 28 kali/tahun dan jumlah kapal yang digunakan sebanyak 19 unit. Waktu tempuh selama 11.83 hari untuk 1 (satu) kali *roundtrip* dengan waktu berlayar selama 85.82 jam dan waktu pelabuhan selama 198.06 jam.
4. Biaya pengiriman CPO menggunakan alternatif moda dalam Tugas Akhir ini yaitu SPCB dan Kapal Peti Kemas (*container ship*).
  - Pada skenario 1 (kapal bangun baru), untuk SPCB memerlukan biaya total sebesar Rp 423,452,558,942 per tahun dan *unit cost* sebesar 167,677 per ton. Sedangkan Kapal Peti

Kemas (*container ship*) memerlukan biaya total sebesar Rp 534,747,215,850 per tahun dan *unit cost* sebesar 211,631 per ton.

- Pada skenario 2 (kapal sewa), untuk SPCB memerlukan biaya total sebesar Rp 406,265,314,362 per tahun dan *unit cost* sebesar 160,900 per ton. Sedangkan Kapal Peti Kemas (*container ship*) memerlukan biaya total sebesar Rp 536,373,579,011 per tahun dan *unit cost* sebesar 212,426 per ton.

## 6.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang bisa diberikan terkait tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai muatan balik dengan berbagai muatan (*general cargo*).
2. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut terhadap rute selain *port to port*, seperti *multiport* dan *hub port*.
3. Menciptakan inovasi baru selain *flexy bag* dengan fungsi yang sama dan harga yang lebih murah.

## DAFTAR PUSTAKA

- (2011). Dalam B. Santosa, & P. Willy, *Metoda Metaheuristik Konsep dan Implementasi*. Surabaya: Guna Widya.
- Abrian, G. (2016, Januari 8). *Potensi Komoditas Perkebunan Kalimantan Tengah*. Diambil kembali dari Newswantara: <https://newswantara.com/komoditas/potensi-komoditas-perkebunan-kalimantan-tengah>
- Clarksons Research. (2015, Agustus 28). *Shipping Intelligence Weekly*. Diambil kembali dari Clarksons Research: <http://www.poslovni.hr/media/forum-user-upload/files/2d/2d57f52b5571aa6f4354f1ae86d29e2b.pdf>
- Hanung, R. (2018, April 23). *Harga CPO Pengiriman Juli 2018 Rp 8,45 Juta/Ton*. Diambil kembali dari CNBC Indonesia: <https://www.cnbcindonesia.com/market/20180423102256-17-12025/harga-cpo-pengiriman-juli-2018-rp-845-juta-ton>
- JMP Indonesia. (t.thn.). *JMP Indonesia Shop*. Diambil kembali dari JMP Holdings: <http://www.jmpholdings.co.id/shop/cargo-protection/flexitank-flexibag/>
- Jonar, A. N. (2016, Desember 22). *Artha Nugraha Jonar*. Diambil kembali dari Artha Nugraha Jonar: <http://www.arthanugraha.com/mengenal-peti-kemas-kontainer/>
- Kramadibrata, S. (1985). *Perencanaan Pelabuhan*. Jakarta: Ganesha Exact Bandung.



## **LAMPIRAN**

1. Model Optimasi Kapal Tanker Skenario Sewa
2. Model Optimasi Kapal Tanker Skenario Bangun Baru
3. Model Optimasi SPOB Skenario Sewa
4. Model Optimasi SPOB Skenario Bangun Baru
5. Model Optimasi SPCB Skenario Sewa
6. Model Optimasi SPCB Skenario Bangun Baru
7. Model Optimasi Kapal Peti Kemas Skenario Sewa
8. Model Optimasi Kapal Peti Kemas Baru Skenario Bangun Baru
9. Analisis Sensitivitas

## BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis adalah Izzatul Lailiah, dilahirkan di Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur pada hari Minggu tanggal 20 Agustus 1995. Penulis adalah anak bungsu dari 2 bersaudara. Orang tua penulis Ayahanda Hadi Santoso (Alm) dan Ibunda Chustiyah. Penulis telah menempuh pendidikan formal dimulai dari TK Bina Amanah Kota Surabaya, SDN Kaliasin IV Kota Surabaya pada tahun 2002-2008, SMPN 12 Kota Surabaya 2008-2011, berlanjut ke SMAN 6 Kota Surabaya 2011-2014, dan pada tahun 2014 Penulis diterima di Jurusan Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan NRP 0441440000048. Fokus bidang keahlian yang diambil penulis adalah bidang keahlian logistik maritim. Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi, menjabat sebagai Staff Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (2015/2016) dan berlanjut sebagai Sekretaris Kabinet di tahun kepengurusan setelahnya. Penulis juga aktif dalam berbagai kegiatan yang diadakan di kampus, antara lain LKMM (Pra-TD) hingga Tahap Dasar (TD). Bagi pembaca yang ingin menghubungi penulis bisa melalui alamat email: [izzalailiah@gmail.com](mailto:izzalailiah@gmail.com).

# LAMPIRAN

## 1. Model Optimasi Kapal Tanker Skenario Sewa

### Ukuran Utama Kapal Tanker Sewa

Keterangan	Ukuran	Satuan
NAMA KAPAL		KARPATHOS
LOA	95.37	m
LWL	90.17	m
LPP	86.70	m
B	16.40	m
H	7.20	m
T	5.30	m

### Perhitungan Berat Kapal Tanker Sewa

PERHITUNGAN BERAT KAPAL	
Displacement	5814.26 ton
LWT	564.26 ton
Baja	423.19 ton
Mesin	112.85 ton
Perlengkapan	28.21 ton
DWT	5250 ton
Kapasitas Muatan	4725 ton
Konsumsi	525.00 ton

### Pola Operasi Kapal Tanker Sewa

PERHITUNGAN	
Waktu Berlayar	59.505 jam
Waktu Pelabuhan	75.00 jam
● Asal	36.50 jam
Kecepatan Muat	150 ton/jam
Waktu Muat	31.50 jam
IT+WT	5 jam
● Tujuan	38.50 jam
Kecepatan Bongkar	150 ton/jam
Waktu Bongkar	31.50 jam
IT+WT	7 jam
Total Waktu Perjalanan	134.50 jam
	5.60 hari
Frekuensi dengan muatan	394 kali
Frekuensi dengan perjalanan	59 kali
Jumlah kapal	7 unit

## Grafik Regresi Charter Rate Kapal Tanker



## Biaya Sewa Kapal Tanker

Biaya Sewa	
y =	0.2743x + 2,454
= \$	3,750 /hari
= Rp	51,376,260 /hari
= Rp	16,954,165,958 /tahun

## Biaya Pelayaran Kapal Tanker Sewa

BIAYA PELAYARAN			
<b>Biaya Bahan Bakar</b>	= Rp	269,414,355	/roundtrip
	= Rp	15,895,446,931	/tahun
<b>Biaya Minyak Diesel</b>	= Rp	103,960,720	/roundtrip
	= Rp	6,133,682,475	/tahun
<b>Biaya Air Tawar</b>			
Konsumsi Air Tawar	=	0.17 ton/orang/hari	
Jumlah Kru	=	21 orang	
W <sub>FW</sub> total	=	11.14 ton	
Biaya Air Tawar	= Rp	7,885,987	/kapal/tahun
	= Rp	55,201,910	/tahun
<b>TOTAL BIAYA PELAYARAN</b>	=	<b>Biaya Bahan Bakar + Biaya Minyak Diesel + Biaya Air Tawar + Biaya Pelabuhan</b>	
	= Rp	<b>22,304,684,204</b>	<b>/tahun</b>

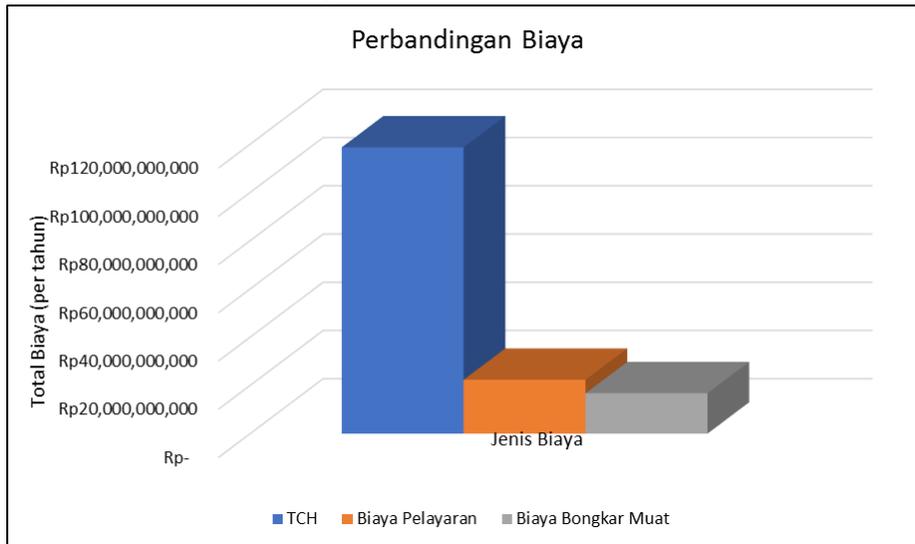
## Biaya Pelabuhan Sekenario Kapal Tanker Sewa

BIAYA PELABUHAN		
GT	=	3118.17 GT
<b>Biaya Pelabuhan Bagendang</b>		
1. Jasa Labuh ( $a_1$ )	=	73 per GT/Kunjungan
Biaya Jasa Labuh	= $1 \cdot a_1 \cdot GT$	
	= Rp	227,626
2. Jasa Tambat ( $b_1$ )		
Dermaga Beton	=	68 per GT/Etmal
Biaya Jasa Tambat	= $b_1 \cdot GT$	
	= Rp	212,035
3. Jasa Pandu ( $c_1$ )		
Tarif Tetap ( $c_{1A}$ )	=	450,000 per Kapal/Gerakan
Tarif Variabel ( $c_{1B}$ )	=	3 per GT/Kapal/Gerakan
Biaya Jasa Pandu	= $c_{1A} + (c_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{jumlah gerakan})$	
	= Rp	487,418
4. Jasa Tunda Kapal 8000 s.d. 17000 GT ( $d_1$ )		
Tarif Tetap ( $d_{1A}$ )	=	800,000 per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel ( $d_{1B}$ )	=	15 per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Biaya Jasa Tunda	= $d_{1A} + (d_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{idle time})$	
	= Rp	940,318
<b>Biaya Pelabuhan Sampit</b>	=	<b>Jasa Labuh + Jasa Tambat + Jasa Pandu + Jasa Tunda</b>
	= Rp	<b>1,867,397</b>
<b>Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>		
1. Jasa Labuh ( $a_1$ )	=	73 per GT/Kunjungan
Biaya Jasa Labuh	= $1 \cdot a_1 \cdot GT$	
	= Rp	227,626
2. Jasa Tambat ( $b_1$ )		
Dermaga Beton	=	68 per GT/Etmal
Biaya Jasa Tambat	= $b_1 \cdot GT$	
	= Rp	212,035
3. Jasa Pandu ( $c_1$ )		
Tarif Tetap ( $c_{1A}$ )	=	450,000 per Kapal/Gerakan
Tarif Variabel ( $c_{1B}$ )	=	3 per GT/Kapal/Gerakan
Biaya Jasa Pandu	= $c_{1A} + (c_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{jumlah gerakan})$	
	= Rp	487,418
4. Jasa Tunda Kapal 8000 s.d. 17000 GT ( $d_1$ )		
Tarif Tetap ( $d_{1A}$ )	=	800,000 per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel ( $d_{1B}$ )	=	15 per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Biaya Jasa Tunda	= $d_{1A} + (d_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{idle time})$	
	= Rp	940,318
<b>Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>	=	<b>Jasa Labuh + Jasa Tambat + Jasa Pandu + Jasa Tunda</b>
	= Rp	<b>1,867,397</b>
<b>Total Port Charge</b>	=	<b>Biaya Pelabuhan Bagendang + Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>
	= Rp	<b>220,352,886 /tahun</b>

## Biaya Bongkar Muat Skenario Kapal Tanker Sewa

BIAYA BONGKAR MUAT			
Tarif Bongkar Muat	=	Rp	30,000 /ton
Muat	=	Rp	8,363,250,000
Bongkar	=	Rp	8,363,250,000
<b>TOTAL BIAYA BONGKAR MUAT</b>	=	<b>Rp</b>	<b>16,726,500,000 /tahun</b>

## Diagram Total Biaya Kapal Tanker Sewa



## 2. Model Optimasi Kapal Tanker Skenario Bangun Baru

Nilai Perbandingan Ukuran Utama Kapal Tanker Baru

Perbandingan Ukuran Utama	Minimum	Nilai	Maksimum
LPP/B	5.29	6.55	6.83
LPP/H	10.93	15.56	15.56
LPP/T	15.00	19.81	22.11
B/T	2.63	3.03	3.26
B/H	1.89	2.38	2.38
T/H	0.60	0.79	0.82

Ukuran Utama Kapal Tanker Baru

Ukuran Utama Kapal	Minimum	Maksimum	Nilai	Satuan
LOA			119.48	m
LWL			112.96	m
LPP	0	121.58	108.62	m
B	0	17.93	16.65	m
H	0	9.51	6.98	m
T	0	5.5	5.50	m

Berat Kapal Tanker Baru

PERHITUNGAN BERAT KAPAL	
Displacement	8283.42 ton
Muatan Terangkut	1,860,000 ton/tahun
LWT	2283.42 ton
Baja	1697.83 ton
Mesin	270.10 ton
Perlengkapan	315.49 ton
DWT	6000.00 ton
Kapasitas Muatan	5943 ton
Konsumsi	57.33 ton

## Pola Operasi Kapal Tanker Baru

POLA OPRASI	
Waktu Berlayar	59.50 jam
Waktu Pelabuhan	91.24 jam
☉ Asal	44.62 jam
Kecepatan Muat	150 ton/jam
Waktu Muat	39.62 jam
IT+WT	5 jam
☉ Tujuan	46.62 jam
Kecepatan Bongkar	150 ton/jam
Waktu Bongkar	39.62 jam
IT+WT	7 jam
Total Waktu Perjalanan	150.74 jam 6.28 hari
Frekuensi dengan muatan	313 kali
Frekuensi dengan perjalanan	53 kali
Jumlah kapal	6 unit

## Biaya Modal Kapal Tanker Baru

CAPITAL COST		
$W_{ST}$	=	1697.83 ton
$W_{E\&O}$	=	315.49 ton
$W_{ME}$	=	270.10 ton
Harga Baja&Jasa	= Rp	40,000,000 /ton
<b>PERHITUNGAN BIAYA</b>		
<b>Biaya Struktural</b>		
$P_{ST}$	=	$W_{ST} \cdot \text{Harga Baja}$
	=	Rp 67,913,153,291
<b>Biaya Peralatan dan Perlengkapan</b>		
$P_{E\&O}$	=	$W_{E\&O} \cdot C_{E\&O}$
	=	Rp 12,619,796,410
<b>Biaya Mesin</b>		
$P_{ME}$	=	$W_{ME} \cdot C_{ME}$
	=	Rp 10,803,812,806
<b>Biaya Non Berat</b>		
$C_{NW}$	=	20%
$P_{NW}$	=	$C_{NW} \cdot (P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME})$
	=	Rp 18,267,352,501
<b>BIAYA</b>	=	$P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME} + P_{NW}$
	=	<b>Rp 109,604,115,009</b>

## Harga Kapal Tanker Baru

CAPITAL COST			
<b>HARGA KAPAL</b>	=	Biaya + Keuntungan + Inflasi + Pajak	
	=	Rp	126,044,732,260 /kapal
	=	Rp	8,943,183,483 /kapal/tahun
	=	Rp	53,659,100,901 /tahun

## Biaya Operasional Kapal Tanker Baru

BIAYA OPERASIONAL			
<b>Gaji Kru</b>	=	Rp	19,008,000,000 /tahun
Jumlah Kru	=		22 orang
Gaji Per Kru/Bulan	=	Rp	12,000,000
<b>Biaya Perbaikan dan Perawatan</b>	=	3% dari harga kapal	
	=	Rp	22,688,051,807 /tahun
<b>Biaya Asuransi Kapal</b>	=	1,5% dari harga kapal	
	=	Rp	11,344,025,903 /tahun
<b>Biaya Persediaan Kru</b>	=	Rp	50,000 /orang/hari
	=	Rp	2,178,000,000 /tahun
<b>Biaya Dokumen &amp; Administrasi</b>	=	Rp	5,000,000 /roundtrip
	=	Rp	1,590,000,000 /tahun
<b>Biaya Minyak Pelumas</b>	=	Rp	16,670,013 /roundtrip
	=	Rp	883,510,699.67 /tahun
<b>TOTAL BIAYA OPERASIONAL</b>	=	Rp	57,691,588,410 /tahun

## Biaya Pelayaran Kapal Tanker Baru

BIAYA PELAYARAN			
<b>Biaya Bahan Bakar</b>	=	Rp	278,524,814 /roundtrip
	=	Rp	14,761,815,135 /tahun
<b>Biaya Minyak Diesel</b>	=	Rp	94,539,280 /roundtrip
	=	Rp	5,010,581,823 /tahun
<b>Biaya Air Tawar</b>			
Konsumsi Air Tawar	=		0.17 ton/orang/hari
Jumlah Kru	=		22 orang
$W_{FW}$ total	=		11.67 ton
Biaya Air Tawar	=	Rp	7,421,357 /tahun
<b>TOTAL BIAYA PELAYARAN</b>	=	Biaya Bahan Bakar + Biaya Minyak Diesel + Biaya Air Tawar + Biaya Pelabuhan	
	=	Rp	19,999,195,676 /tahun

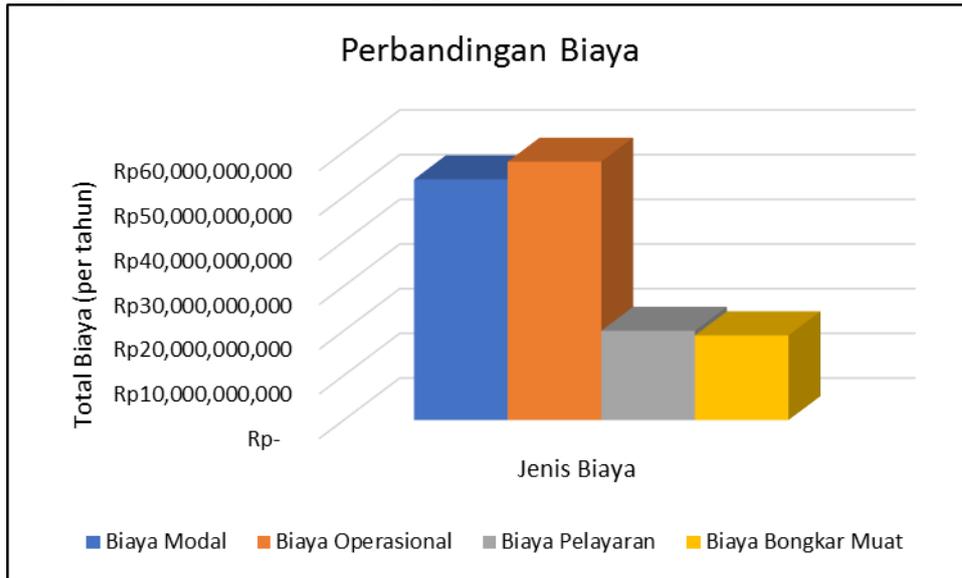
## Biaya Pelabuhan Kapal Tanker Baru

Biaya Pelabuhan		
GT	=	4139,38 GT
<b>Biaya Pelabuhan Bagendang</b>		
1. Jasa Labuh ( $a_1$ )	=	73 per GT/Kunjungan
Biaya Jasa Labuh	= $1 \cdot a_1 \cdot GT$	
	= Rp	302,175
2. Jasa Tambat ( $b_1$ )		
Dermaga Beton	=	68 per GT/Etmal
Biaya Jasa Tambat	= $b_1 \cdot GT$	
	= Rp	281,478
3. Jasa Pandu ( $c_1$ )		
Tarif Tetap ( $c_{1A}$ )	=	450,000 per Kapal/Gerakan
Tarif Variabel ( $c_{1B}$ )	=	3 per GT/Kapal/Gerakan
Biaya Jasa Pandu	= $c_{1A} + (c_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{jumlah gerakan})$	
	= Rp	499,673
4. Jasa Tunda Kapal 8000 s.d. 17000 GT ( $d_1$ )		
Tarif Tetap ( $d_{1A}$ )	=	800,000 per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel ( $d_{1B}$ )	=	15 per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Biaya Jasa Tunda	= $d_{1A} + (d_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{idle time})$	
	= Rp	986,272
<b>Biaya Pelabuhan Sampit</b>	= <b>Jasa Labuh + Jasa Tambat + Jasa Pandu + Jasa Tunda</b>	
	= <b>Rp</b>	<b>2,069,598</b>
<b>Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>		
1. Jasa Labuh ( $a_1$ )	=	73 per GT/Kunjungan
Biaya Jasa Labuh	= $1 \cdot a_1 \cdot GT$	
	= Rp	302,175
2. Jasa Tambat ( $b_1$ )		
Dermaga Beton	=	68 per GT/Etmal
Biaya Jasa Tambat	= $b_1 \cdot GT$	
	= Rp	281,478
3. Jasa Pandu ( $c_1$ )		
Tarif Tetap ( $c_{1A}$ )	=	450,000 per Kapal/Gerakan
Tarif Variabel ( $c_{1B}$ )	=	3 per GT/Kapal/Gerakan
Biaya Jasa Pandu	= $c_{1A} + (c_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{jumlah gerakan})$	
	= Rp	499,673
4. Jasa Tunda Kapal 8000 s.d. 17000 GT ( $d_1$ )		
Tarif Tetap ( $d_{1A}$ )	=	800,000 per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel ( $d_{1B}$ )	=	15 per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Biaya Jasa Tunda	= $d_{1A} + (d_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{idle time})$	
	= Rp	986,272
<b>Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>	= <b>Jasa Labuh + Jasa Tambat + Jasa Pandu + Jasa Tunda</b>	
	= <b>Rp</b>	<b>2,069,598</b>
<b>Total Biaya Pelabuhan</b>		
	= <b>Biaya Pelabuhan Bagendang + Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>	
	= <b>Rp</b>	<b>219,377,361 /tahun</b>

### Biaya Bongkar Muat Kapal Tanker Baru

BIAYA BONGKAR MUAT			
Tarif Bongkar Muat	=	Rp	30,000 /ton
Muat	=	Rp	9,448,842,253
Bongkar	=	Rp	9,448,842,253
<b>TOTAL BIAYA BONGKAR MUAT</b>	=	<b>Rp</b>	<b>18,897,684,505 /tahun</b>

### Diagram Perbandingan Biaya Kapal Tanker Baru



### 3. Model Optimasi SPOB Skenario Sewa

#### Ukuran Utama SPOB Sewa

Keterangan	Ukuran	Satuan
NAMA KAPAL	SEROJA X	
LOA	93.13	m
LWL	88.05	m
LPP	84.66	m
B	15.00	m
H	5.34	m
T	4.53	m

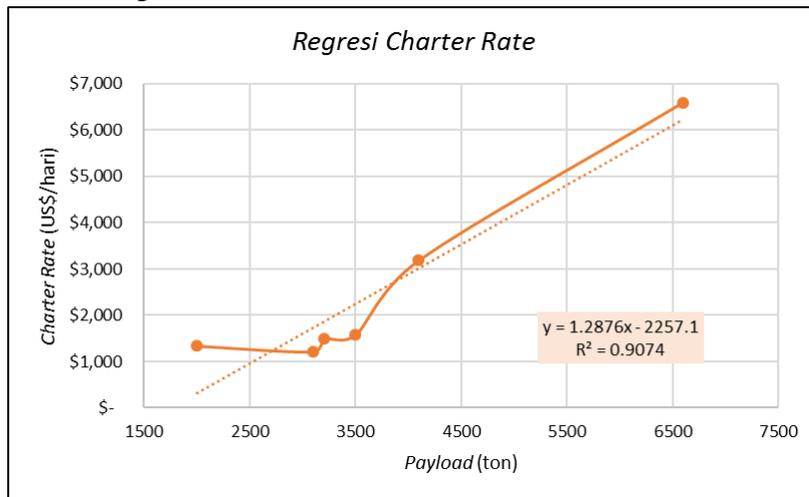
#### Berat SPOB Sewa

PERHITUNGAN BERAT KAPAL	
Displacement	5130.19 ton
LWT	955.19 ton
Baja	719.67 ton
Mesin	82.45 ton
Perlengkapan	153.08 ton
DWT	4175 ton
Kapasitas Muatan	3758 ton
Konsumsi	417.50 ton

#### Pola Operasi SPOB Skenario Sewa

POLA OPERASI	
Waktu Berlayar	81.533 jam
Waktu Pelabuhan	62.10 jam
☉ Asal	30.05 jam
Kecepatan Muat	150 ton/jam
Waktu Muat	25.05 jam
IT+WT	5 jam
☉ Tujuan	32.05 jam
Kecepatan Bongkar	150 ton/jam
Waktu Bongkar	25.05 jam
IT+WT	7 jam
Total Waktu Perjalanan	143.63 jam
	5.98 hari
Frekuensi dengan muatan	495 kali
Frekuensi dengan perjalanan	56 kali
Jumlah kapal	9 unit

### Grafik Regresi Charter Rate SPOB & SPCB



### Biaya Pelayaran SPOB Skenario Sewa

BIAYA PELAYARAN			
<b>Biaya Bahan Bakar</b>	=	Rp	311,750,896 /roundtrip
	=	Rp	17,458,050,189 /tahun
<b>Biaya Minyak Diesel</b>	=	Rp	52,908,581 /roundtrip
	=	Rp	2,962,880,518 /tahun
<b>Biaya Air Tawar</b>			
Konsumsi Air Tawar	=		0.17 ton/orang/hari
Jumlah Kru	=		20 orang
$W_{FW}$ total	=		14.14 ton
Biaya Air Tawar	=	Rp	9,504,768 /kapal/tahun
	=	Rp	85,542,912 /tahun
<b>TOTAL BIAYA PELAYARAN</b>	=	<b>Biaya Bahan Bakar + Biaya Minyak Diesel + Biaya Air Tawar + Biaya Pelabuhan</b>	
	=	<b>Rp</b>	<b>20,702,101,476 /tahun</b>

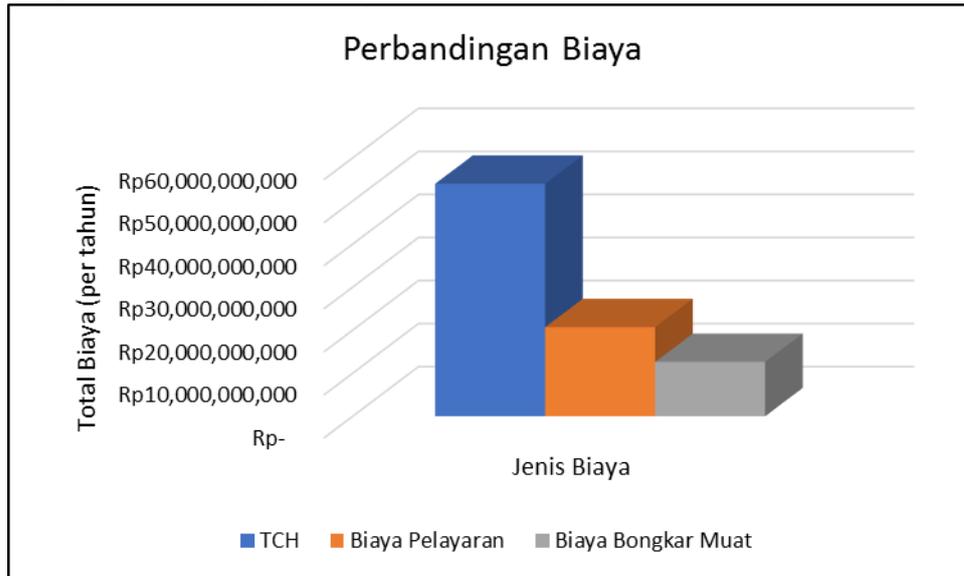
## Biaya Pelabuhan SPOB Skenario Sewa

BIAYA PELABUHAN			
GT	=		2508.47 GT
<b>Biaya Pelabuhan Bagendang</b>			
1. Jasa Labuh ( $a_1$ )	=		73 per GT/Kunjungan
Biaya Jasa Labuh	=	$1 \cdot a_1 \cdot GT$	
	=	Rp	183,118
2. Jasa Tambat ( $b_1$ )			
Dermaga Beton	=		68 per GT/Etmal
Biaya Jasa Tambat	=	$b_1 \cdot GT$	
	=	Rp	170,576
3. Jasa Pandu ( $c_1$ )			
Tarif Tetap ( $c_{1A}$ )	=		450,000 per Kapal/Gerakan
Tarif Variabel ( $c_{1B}$ )	=		3 per GT/Kapal/Gerakan
Biaya Jasa Pandu	=	$c_{1A} + (c_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{jumlah gerakan})$	
	=	Rp	480,102
4. Jasa Tunda Kapal 8000 s.d. 17000 GT ( $d_1$ )			
Tarif Tetap ( $d_{1A}$ )	=		800,000 per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel ( $d_{1B}$ )	=		15 per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Biaya Jasa Tunda	=	$d_{1A} + (d_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{idle time})$	
	=	Rp	912,881
<b>Biaya Pelabuhan Sampit</b>	=	<b>Jasa Labuh + Jasa Tambat + Jasa Pandu + Jasa Tunda</b>	
	=	<b>Rp</b>	<b>1,746,677</b>
<b>Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>			
1. Jasa Labuh ( $a_1$ )	=		73 per GT/Kunjungan
Biaya Jasa Labuh	=	$1 \cdot a_1 \cdot GT$	
	=	Rp	183,118
2. Jasa Tambat ( $b_1$ )			
Dermaga Beton	=		68 per GT/Etmal
Biaya Jasa Tambat	=	$b_1 \cdot GT$	
	=	Rp	170,576
3. Jasa Pandu ( $c_1$ )			
Tarif Tetap ( $c_{1A}$ )	=		450,000 per Kapal/Gerakan
Tarif Variabel ( $c_{1B}$ )	=		3 per GT/Kapal/Gerakan
Biaya Jasa Pandu	=	$c_{1A} + (c_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{jumlah gerakan})$	
	=	Rp	480,102
4. Jasa Tunda Kapal 8000 s.d. 17000 GT ( $d_1$ )			
Tarif Tetap ( $d_{1A}$ )	=		800,000 per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel ( $d_{1B}$ )	=		15 per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Biaya Jasa Tunda	=	$d_{1A} + (d_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{idle time})$	
	=	Rp	912,881
<b>Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>	=	<b>Jasa Labuh + Jasa Tambat + Jasa Pandu + Jasa Tunda</b>	
	=	<b>Rp</b>	<b>1,746,677</b>
<b>TOTAL BIAYA PELABUHAN</b>			
	=	<b>Biaya Pelabuhan Bagendang + Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>	
	=	<b>Rp</b>	<b>195,627,857 /tahun</b>

Biaya Bongkar Muat SPOB Skenario Sewa

BIAYA BONGKAR MUAT			
Tarif Bongkar Muat	=	Rp	30,000 /ton
Muat	=	Rp	6,312,600,000
Bongkar	=	Rp	6,312,600,000
<b>TOTAL BIAYA BONGKAR MUAT</b>	=	<b>Rp</b>	<b>12,625,200,000 /tahun</b>

Diagram Perbandingan Biaya SPOB Skenario Sewa



#### 4. Model Optimasi SPOB Skenario Bangun Baru

##### Perbandingan Ukuran Utama SPOB Baru

Perbandingan Ukuran Utama	Minimum	Maksimum	Nilai
LPP/B	2.83	8.32	5.62
LPP/H	9.39	18.08	14.47
LPP/T	11.74	32.96	17.05
B/T	2.35	5.77	3.04
B/H	1.88	4.66	2.58
T/H	0.54	0.85	0.85

##### Ukuran Utama SPOB Baru

Ukuran Utama Kapal	Minimum	Maksimum	Nilai	Satuan
LOA			103.80	m
LWL			97.55	m
LPP	0	181.29	93.80	m
B	0	31.73	16.70	m
H	0	16.89	6.48	m
T	0	5.5	5.50	m

##### Berat SPOB Baru

PERHITUNGAN BERAT KAPAL	
Displacement	7707.12 ton
LWT	1707.12 ton
Baja	1428.75 ton
Mesin	82.79 ton
Perlengkapan	195.58 ton
DWT	6000 ton
Kapasitas Muatan	5941 ton
Konsumsi	59.23 ton

## Pola Operasi SPOB Skenario Baru

POLA OPERASI	
Waktu Berlayar	81.533 jam
Waktu Pelabuhan	91.21 jam
● Asal	44.61 jam
Kecepatan Muat	150 ton/jam
Waktu Muat	39.61 jam
IT+WT	5 jam
● Tujuan	46.61 jam
Kecepatan Bongkar	150 ton/jam
Waktu Bongkar	39.61 jam
IT+WT	7 jam
Total Waktu Perjalanan	172.74 jam 7.20 hari
Frekuensi dengan muatan	313 kali
Frekuensi dengan perjalanan	46 kali
Jumlah kapal	7 unit

## Biaya Modal SPOB Baru

CAPITAL COST		
$W_{ST}$	=	1428.75 ton
$W_{E\&O}$	=	195.58 ton
$W_{ME}$	=	82.79 ton
Harga Baja&Jasa	= Rp	40,000,000 /ton
<b>PERHITUNGAN BIAYA</b>		
<b>Structural Cost</b>		
$P_{ST}$	=	$W_{ST} \cdot \text{Harga Baja}$
	=	Rp 57,150,174,303
<b>Outfit Cost</b>		
$P_{E\&O}$	=	$W_{E\&O} \cdot C_{E\&O}$
	=	Rp 7,823,085,658
<b>Machinery Cost</b>		
$P_{ME}$	=	$W_{ME} \cdot C_{ME}$
	=	Rp 3,311,679,955
<b>Non-weight Cost</b>		
$C_{NW}$	=	20%
$P_{NW}$	=	$C_{NW} \cdot (P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME})$
	=	Rp 13,656,987,983
<b>BIAYA</b>	=	<b><math>P_{ST} + P_{E\&amp;O} + P_{ME} + P_{NW}</math></b>
	=	<b>Rp 81,941,927,901</b>

## Harga SPOB Baru

CAPITAL COST			
<b>HARGA KAPAL</b>	=	<b>Biaya + Keuntungan + Inflasi + Pajak</b>	
	=	Rp	94,233,217,086 /kapal
	=	Rp	6,686,078,311 /kapal/tahun
	=	Rp	46,802,548,180 /tahun

## Biaya Operasional SPOB Skenario Baru

BIAYA OPERASIONAL			
<b>Gaji Kru</b>	=	Rp	21,168,000,000 /tahun
Jumlah Kru	=		21 orang
Gaji Per Kru/Bulan	=	Rp	12,000,000
<b>Biaya Perbaikan dan Perawatan</b>	=	3% dari harga kapal	
	=	Rp	19,788,975,588 /tahun
<b>Biaya Asuransi Kapal</b>	=	1,5% dari harga kapal	
	=	Rp	9,894,487,794 /tahun
<b>Biaya Persediaan Kru</b>	=	Rp	50,000 /orang/hari
	=	Rp	2,425,500,000 /tahun
<b>Biaya Dokumen &amp; Administrasi</b>	=	Rp	5,000,000 /roundtrip
	=	Rp	1,610,000,000 /tahun
<b>Biaya Minyak Pelumas</b>	=	Rp	19,152,245 /roundtrip
	=	Rp	881,003,268 /tahun
<b>TOTAL BIAYA OPERASIONAL</b>	=	Rp	55,767,966,650 /tahun

## Biaya Pelayaran SPOB Skenario Sewa

BIAYA PELAYARAN			
<b>Biaya Bahan Bakar</b>	=	Rp	311,750,896 /roundtrip
	=	Rp	14,340,541,227 /tahun
<b>Biaya Minyak Diesel</b>	=	Rp	52,908,581 /roundtrip
	=	Rp	2,433,794,711 /tahun
<b>Biaya Air Tawar</b>			
Konsumsi Air Tawar	=		0.17 ton/orang/hari
Jumlah Kru	=		21 orang
$W_{FW}$ total	=		14.85 ton
Biaya Air Tawar	=	Rp	8,197,862 /kapal/tahun
	=	Rp	57,385,037 /tahun
<b>TOTAL BIAYA PELAYARAN</b>	=	<b>Biaya Bahan Bakar + Biaya Minyak Diesel + Biaya Air Tawar + Biaya Pelabuhan</b>	
	=	Rp	17,013,515,641 /tahun

## Biaya Pelabuhan SPOB Skenario Baru

BIAYA PELABUHAN			
GT	=		3666.81 GT
<b>Biaya Pelabuhan Bagendang</b>			
1. Jasa Labuh ( $a_1$ )	=		73 per GT/Kunjungan
Biaya Jasa Labuh	=	$1 \cdot a_1 \cdot GT$	
	=	Rp	267,677
2. Jasa Tambat ( $b_1$ )			
Dermaga Beton	=		68 per GT/Etmal
Biaya Jasa Tambat	=	$b_1 \cdot GT$	
	=	Rp	249,343
3. Jasa Pandu ( $c_1$ )			
Tarif Tetap ( $c_{1A}$ )	=		450,000 per Kapal/Gerakan
Tarif Variabel ( $c_{1B}$ )	=		3 per GT/Kapal/Gerakan
Biaya Jasa Pandu	=	$c_{1A} + (c_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{jumlah gerakan})$	
	=	Rp	494,002
4. Jasa Tunda Kapal 8000 s.d. 17000 GT ( $d_1$ )			
Tarif Tetap ( $d_{1A}$ )	=		800,000 per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel ( $d_{1B}$ )	=		15 per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Biaya Jasa Tunda	=	$d_{1A} + (d_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{idle time})$	
	=	Rp	965,007
<b>Biaya Pelabuhan Sampit</b>	=	<b>Jasa Labuh + Jasa Tambat + Jasa Pandu + Jasa Tunda</b>	
	=	<b>Rp</b>	<b>1,976,029</b>
<b>Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>			
1. Jasa Labuh ( $a_1$ )	=		73 per GT/Kunjungan
Biaya Jasa Labuh	=	$1 \cdot a_1 \cdot GT$	
	=	Rp	267,677
2. Jasa Tambat ( $b_1$ )			
Dermaga Beton	=		68 per GT/Etmal
Biaya Jasa Tambat	=	$b_1 \cdot GT$	
	=	Rp	249,343
3. Jasa Pandu ( $c_1$ )			
Tarif Tetap ( $c_{1A}$ )	=		450,000 per Kapal/Gerakan
Tarif Variabel ( $c_{1B}$ )	=		3 per GT/Kapal/Gerakan
Biaya Jasa Pandu	=	$c_{1A} + (c_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{jumlah gerakan})$	
	=	Rp	494,002
4. Jasa Tunda Kapal 8000 s.d. 17000 GT ( $d_1$ )			
Tarif Tetap ( $d_{1A}$ )	=		800,000 per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel ( $d_{1B}$ )	=		15 per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Biaya Jasa Tunda	=	$d_{1A} + (d_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{idle time})$	
	=	Rp	965,007
<b>Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>	=	<b>Jasa Labuh + Jasa Tambat + Jasa Pandu + Jasa Tunda</b>	
	=	<b>Rp</b>	<b>1,976,029</b>
<b>TOTAL BIAYA PELABUHAN</b>	=	<b>Biaya Pelabuhan Bagendang + Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>	
	=	<b>Rp</b>	<b>181,794,666 /tahun</b>

### Biaya Bongkar Muat SPOB Skenario Baru

BIAYA BONGKAR MUAT			
Tarif Bongkar Muat	=	Rp	30,000 /ton
Muat	=	Rp	8,198,259,154
Bongkar	=	Rp	8,198,259,154
<b>TOTAL BIAYA BONGKAR MUAT</b>	=	<b>Rp</b>	<b>16,396,518,307 /tahun</b>

### Diagram Perbandingan Biaya SPOB Skenario Sewa



## 5. Model Optimasi SPCB Skenario Sewa

### Ukuran Utama SPCB Sewa

Keterangan	Ukuran	Satuan
NAMA KAPAL	Kalindi Bahagia 2	
LOA	88.35	m
LWL	83.53	m
LPP	80.32	m
B	20.78	m
H	5.97	m
T	3.59	m

### Berat SPCB Sewa

PERHITUNGAN BERAT KAPAL	
Displacement	5,324 ton
Permintaan CPO	1,860,000 ton/tahun
	90,856 TEU/tahun
Muatan CPO Terangkut	1,860,000 ton/tahun
Load Factor Muatan Balik	100%
Muatan Beras Terangkut	664,950 ton/tahun
	45,467 TEU/tahun
LWT	1323.53 ton
Baja	1018.90 ton
Mesin	102.08 ton
Perlengkapan	202.55 ton
DWT	4,000 ton
Kapasitas Muatan CPO	3,600 ton
Kapasitas Muatan Beras	1,287.00 ton
	176 TEU
Konsumsi	400.00 ton

Pola Operasi SPCB Skenario Sewa

POLA OPERASI	
Waktu Berlayar	86 jam
Waktu Pelabuhan	384.11 jam
● Asal	191.06 jam
Kecepatan Muat	35 B/C/H
Waktu Muat	186.06 jam
IT+WT	5 jam
● Tujuan	193.06 jam
Kecepatan Bongkar	35 B/C/H
Waktu Bongkar	186.06 jam
IT+WT	7 jam
Total Waktu Perjalanan	469.9 jam
	19.58 hari
Frekuensi dengan muatan	517 kali
Frekuensi dengan perjalanan	17 kali
Jumlah kapal	31 unit

Biaya Pelayaran SPCB Skenario Sewa

BIAYA PELAYARAN			
<b>Biaya Bahan Bakar</b>	=	Rp	168,420,144 /roundtrip
	=	Rp	2,863,142,456 /tahun
<b>Biaya Minyak Diesel</b>	=	Rp	57,166,609 /roundtrip
	=	Rp	971,832,353 /tahun
<b>Biaya Air Tawar</b>	=		
Konsumsi Air Tawar	=		0.17 ton/orang/hari
Jumlah Kru	=		17 orang
W <sub>FW</sub> total	=		12.02 ton
Biaya Air Tawar	=	Rp	2,452,570 /kapal/tahun
	=	Rp	76,029,658 /tahun
<b>TOTAL BIAYA PELAYARAN</b>	=	<b>Biaya Bahan Bakar + Biaya Minyak Diesel + Biaya Air Tawar + Biaya Pelabuhan</b>	
	=	<b>Rp</b>	<b>3,976,391,237 /tahun</b>

## Biaya Pelabuhan SPCB Skenario Sewa

BIAYA PELABUHAN		
GT	=	3399.70 GT
<b>Biaya Pelabuhan Bagendang</b>		
1. Jasa Labuh ( $a_1$ )	=	73 per GT/Kunjungan
Biaya Jasa Labuh	=	$1 \cdot a_1 \cdot GT$
	=	Rp 248,178
2. Jasa Tambat ( $b_1$ )		
Dermaga Beton	=	68 per GT/Etmal
Biaya Jasa Tamb	=	$b_1 \cdot GT$
	=	Rp 231,179
3. Jasa Pandu ( $c_1$ )		
Tarif Tetap ( $c_{1A}$ )	=	450,000 per Kapal/Gerakan
Tarif Variabel ( $c_{1B}$ )	=	3 per GT/Kapal/Gerakan
Biaya Jasa Pandu	=	$c_{1A} + (c_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{jumlah gerakan})$
	=	Rp 490,796
4. Jasa Tunda Kapal 8000 s.d. 17000 GT ( $d_1$ )		
Tarif Tetap ( $d_{1A}$ )	=	800,000 per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel ( $d_{1B}$ )	=	15 per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Biaya Jasa Tunda	=	$d_{1A} + (d_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{idle time})$
	=	Rp 952,986
<b>Biaya Pelabuhan Sampit</b>	=	<b>Jasa Labuh + Jasa Tambat + Jasa Pandu + Jasa Tunda</b>
	=	<b>Rp 1,923,140</b>
<b>Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>		
1. Jasa Labuh ( $a_1$ )	=	73 per GT/Kunjungan
Biaya Jasa Labuh	=	$1 \cdot a_1 \cdot GT$
	=	Rp 248,178
2. Jasa Tambat ( $b_1$ )		
Dermaga Beton	=	68 per GT/Etmal
Biaya Jasa Tamb	=	$b_1 \cdot GT$
	=	Rp 231,179
3. Jasa Pandu ( $c_1$ )		
Tarif Tetap ( $c_{1A}$ )	=	450,000 per Kapal/Gerakan
Tarif Variabel ( $c_{1B}$ )	=	3 per GT/Kapal/Gerakan
Biaya Jasa Pandu	=	$c_{1A} + (c_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{jumlah gerakan})$
	=	Rp 490,796
4. Jasa Tunda Kapal 8000 s.d. 17000 GT ( $d_1$ )		
Tarif Tetap ( $d_{1A}$ )	=	800,000 per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel ( $d_{1B}$ )	=	15 per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Biaya Jasa Tunda	=	$d_{1A} + (d_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{idle time})$
	=	Rp 952,986
<b>Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>	=	<b>Jasa Labuh + Jasa Tambat + Jasa Pandu + Jasa Tunda</b>
	=	<b>Rp 1,923,140</b>
<b>TOTAL BIAYA PELABUHAN</b>		
	=	<b>Biaya Pelabuhan Bagendang + Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>
	=	<b>Rp 65,386,770 /tahun</b>

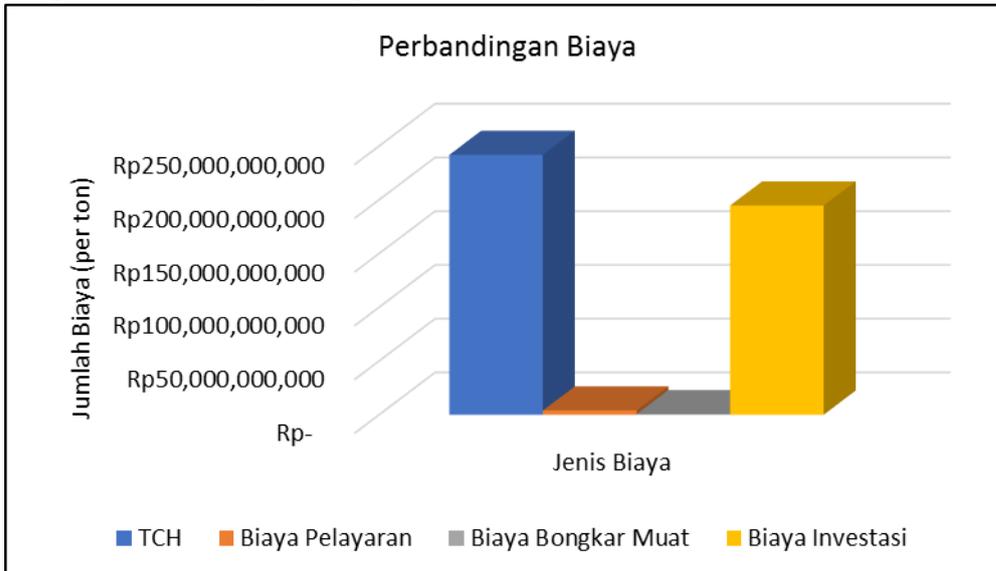
Biaya Bongkar Muat SPCB Skenario Sewa

BIAYA BONGKAR MUAT			
Tarif Bongkar Muat Kapal Peti Kemas	=	Rp	43,000 /TEU
Muat	=	Rp	257,312,000
Bongkar	=	Rp	257,312,000
<b>TOTAL BIAYA BONGKAR MUAT</b>	=	<b>Rp</b>	<b>514,624,000 /tahun</b>

Biaya Investasi SPCB Skenario Sewa

Biaya Investasi			
<b>Biaya Kebutuhan Flexy Bag</b>			
Harga Flexy Bag	Rp	4,000,000 /bag	
Jumlah Flexy Bag		45,467 bag	
Biaya Flexy Bag	Rp	181,866,666,667 /tahun	
<b>Biaya Beli Iso Tank Container</b>			
Harga Beli Iso Tank	Rp	100,000,000 /unit	
Jumlah Iso Tank		88 TEU	
Biaya Beli Iso Tank	Rp	8,800,000,000 /tahun	
<b>Biaya Beli Dry Container</b>			
Harga Beli Container	Rp	45,000,000 /unit	
Jumlah Container		88 TEU	
Biaya Beli Container	Rp	3,960,000,000 /tahun	
<b>Biaya Investasi</b>	<b>Rp</b>	<b>194,626,666,667 /tahun</b>	

Diagram Perbandingan Biaya SPCB Skenario Sewa



## 6. Model Optimasi SPCB Skenario Bangun Baru

### Perbandingan Ukuran Utama SPCB Baru

Perbandingan Ukuran Utama	Minimum	Maksimum	Nilai
LPP/B	3.85	4.08	3.91
LPP/H	13.01	14.69	13.74
LPP/T	21.16	24.18	22.07
B/T	5.28	6.11	5.64
B/H	3.31	3.68	3.51
T/H	0.57	0.66	0.62

### Ukuran Utama SPCB Baru

Ukuran Utama Kapal	Minimum	Maksimum	Nilai	Satuan
LOA			99.47	m
LWL			94.05	m
LPP	0	120.89	90.43	m
B	0	30.56	22.44	m
H	0	9.23	6.47	m
T	0	5	4.06	m

### Perhitungan Berat SPCB Baru

PERHITUNGAN BERAT KAPAL	
Displacement	7,375 ton
Permintaan CPO	1,860,000 ton/tahun
	90,856 TEU/tahun
Muatan CPO Terangkut	1,860,000 ton/tahun
Load Factor Muatan Balik	100%
Muatan Balik	665,548 ton/tahun
	45,508 TEU/tahun
LWT	2024.10 ton
Baja	1702.06 ton
Mesin	76.44 ton
Perlengkapan	245.60 ton
DWT	5,351 ton
Kapasitas Muatan CPO	5,313 ton
Kapasitas Muatan Beras	1,901.25 ton
	260 TEU
Konsumsi	37.71 ton

### Pola Operasi SPCB Skenario Baru

POLA OPERASI	
Waktu Berlayar	86 jam
Waktu Pelabuhan	561.71 jam
● Asal	279.86 jam
Kecepatan Muat	35 B/C/H
Waktu Muat	274.86 jam
IT+WT	5 jam
● Tujuan	281.86 jam
Kecepatan Bongkar	35 B/C/H
Waktu Bongkar	274.86 jam
IT+WT	7 jam
Total Waktu Perjalanan	647.5 jam
	26.98 hari
Frekuensi dengan muatan	350 kali
Frekuensi dengan perjalanan	13 kali
Jumlah kapal	27 unit

### Harga Kapal SPCB Baru

CAPITAL COST	
<b>HARGA KAPAL</b>	= Biaya + Keuntungan + Inflasi + Pajak
	= Rp 111,730,294,554 /kapal
	= Rp 7,927,538,953 /kapal/tahun
	= Rp 214,043,551,742 /tahun

Biaya Modal SPCB Baru

CAPITAL COST			
$W_{ST}$	=		1702.06 ton
$W_{E\&O}$	=		245.60 ton
$W_{ME}$	=		76 ton
Harga Baja&Jasa	=	Rp	40,000,000 /ton
<b>PERHITUNGAN BIAYA</b>			
<b>Structural Cost</b>			
$P_{ST}$	=	$W_{ST} \cdot \text{Harga Baja}$	
	=	Rp	68,082,341,178
<b>Outfit Cost</b>			
$P_{E\&O}$	=	$W_{E\&O} \cdot C_{E\&O}$	
	=	Rp	9,824,040,250
<b>Machinery Cost</b>			
$P_{ME}$	=	$W_{ME} \cdot C_{ME}$	
	=	Rp	3,057,600,133
<b>Non-weight Cost</b>			
$C_{NW}$	=		20%
$P_{NW}$	=	$C_{NW} \cdot (P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME})$	
	=	Rp	16,192,796,312
<b>BIAYA</b>	=	$P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME} + P_{NW}$	
	=	Rp	<b>97,156,777,873</b>

Biaya Operasional SPCB Skenario Baru

BIAYA OPERASIONAL			
<b>Gaji Kru</b>	=	Rp	66,096,000,000 /tahun
Jumlah Kru	=		17 orang
Gaji Per Kru/Bulan	=	Rp	12,000,000
<b>Biaya Perbaikan dan Perawatan</b>	=	3% dari harga kapal	
	=	Rp	90,501,538,589 /tahun
<b>Biaya Asuransi Kapal</b>	=	1,5% dari harga kapal	
	=	Rp	45,250,769,295 /tahun
<b>Biaya Persediaan Kru</b>	=	Rp	50,000 /orang/hari
	=	Rp	7,573,500,000 /tahun
<b>Biaya Dokumen &amp; Administrasi</b>	=	Rp	5,000,000 /roundtrip
	=	Rp	1,755,000,000 /tahun
<b>Biaya Minyak Pelumas</b>	=	Rp	53,913,417 /roundtrip
	=	Rp	700,874,418 /tahun
<b>TOTAL BIAYA OPERASIONAL</b>	=	Rp	<b>211,877,682,302 /tahun</b>

## Biaya Pelayaran SPCB Skenario Baru

BIAYA PELAYARAN			
<b>Biaya Bahan Bakar</b>	=	Rp	124,497,430 /roundtrip
	=	Rp	1,618,466,585 /tahun
<b>Biaya Minyak Diesel</b>	=	Rp	42,257,985 /roundtrip
	=	Rp	549,353,801 /tahun
<b>Biaya Air Tawar</b>	=		
Konsumsi Air Tawar	=		0.17 ton/orang/hari
Jumlah Kru	=		17 orang
W <sub>FW</sub> total	=		12.02 ton
Biaya Air Tawar	=	Rp	1,875,494 /kapal/tahun
	=	Rp	50,638,349 /tahun
<b>TOTAL BIAYA PELAYARAN</b>	=	<b>Biaya Bahan Bakar + Biaya Minyak Diesel + Biaya Air Tawar + Biaya Pelabuhan</b>	
	=	<b>Rp</b>	<b>2,274,069,337 /tahun</b>

## Biaya Pelabuhan SPCB Skenario Baru

BIAYA PELABUHAN			
GT	=		4489.24 GT
<b>Biaya Pelabuhan Bagendang</b>			
1. Jasa Labuh ( $a_1$ )	=		73 per GT/Kunjungan
Biaya Jasa Labuh	=	$1 \cdot a_1 \cdot GT$	
	=	Rp	327,714
2. Jasa Tambat ( $b_1$ )			
Dermaga Beton	=		68 per GT/Etmal
Biaya Jasa Tambat	=	$b_1 \cdot GT$	
	=	Rp	305,268
3. Jasa Pandu ( $c_1$ )			
Tarif Tetap ( $c_{1A}$ )	=		450,000 per Kapal/Gerakan
Tarif Variabel ( $c_{1B}$ )	=		3 per GT/Kapal/Gerakan
Biaya Jasa Pandu	=	$c_{1A} + (c_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{jumlah gerakan})$	
	=	Rp	503,871
4. Jasa Tunda Kapal 8000 s.d. 17000 GT ( $d_1$ )			
Tarif Tetap ( $d_{1A}$ )	=		800,000 per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel ( $d_{1B}$ )	=		15 per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Biaya Jasa Tunda	=	$d_{1A} + (d_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{idle time})$	
	=	Rp	1,002,016
<b>Biaya Pelabuhan Sampit</b>	=	<b>Jasa Labuh + Jasa Tambat + Jasa Pandu + Jasa Tunda</b>	
	=	<b>Rp</b>	<b>2,138,869</b>
<b>Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>			
1. Jasa Labuh ( $a_1$ )	=		73 per GT/Kunjungan
Biaya Jasa Labuh	=	$1 \cdot a_1 \cdot GT$	
	=	Rp	327,714
2. Jasa Tambat ( $b_1$ )			
Dermaga Beton	=		68 per GT/Etmal
Biaya Jasa Tambat	=	$b_1 \cdot GT$	
	=	Rp	305,268
3. Jasa Pandu ( $c_1$ )			
Tarif Tetap ( $c_{1A}$ )	=		450,000 per Kapal/Gerakan
Tarif Variabel ( $c_{1B}$ )	=		3 per GT/Kapal/Gerakan
Biaya Jasa Pandu	=	$c_{1A} + (c_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{jumlah gerakan})$	
	=	Rp	503,871
4. Jasa Tunda Kapal 8000 s.d. 17000 GT ( $d_1$ )			
Tarif Tetap ( $d_{1A}$ )	=		800,000 per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel ( $d_{1B}$ )	=		15 per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Biaya Jasa Tunda	=	$d_{1A} + (d_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{idle time})$	
	=	Rp	1,002,016
<b>Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>	=	<b>Jasa Labuh + Jasa Tambat + Jasa Pandu + Jasa Tunda</b>	
	=	<b>Rp</b>	<b>2,138,869</b>
<b>TOTAL BIAYA PELABUHAN</b>	=	<b>Biaya Pelabuhan Bagendang + Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>	
	=	<b>Rp</b>	<b>55,610,602 /tahun</b>

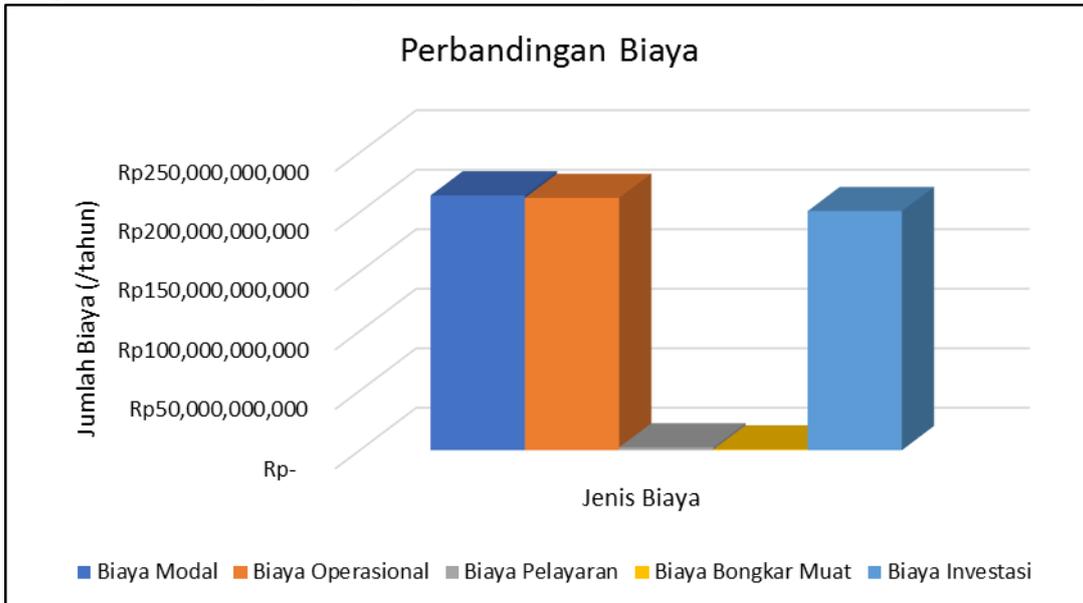
Biaya Bongkar Muat SPCB Skenario Baru

BIAYA BONGKAR MUAT			
Tarif Bongkar Muat Kapal Peti Kemas	=	Rp	43,000 /TEU
Muat	=	Rp	290,680,000
Bongkar	=	Rp	290,680,000
<b>TOTAL BIAYA BONGKAR MUAT</b>	=	<b>Rp</b>	<b>581,360,000 /tahun</b>

Biaya Investasi SPCB Skenario Baru

Biaya Investasi			
<b>Biaya Kebutuhan Flexy Bag</b>			
Harga Flexy Bag	Rp	4,000,000 /bag	
Jumlah Flexy Bag		45,508 bag	
Biaya Flexy Bag	Rp	182,030,294,674 /tahun	
<b>Biaya Beli Iso Tank Container</b>			
Harga Beli Iso Tank	Rp	100,000,000 /unit	
Jumlah Iso Tank		130 TEU	
Biaya Beli Iso Tank	Rp	13,000,000,000 /tahun	
<b>Biaya Beli Dry Container</b>			
Harga Beli Container	Rp	45,000,000 /unit	
Jumlah Container		130 TEU	
Biaya Beli Container	Rp	5,850,000,000 /tahun	
<b>Biaya Investasi</b>	<b>Rp</b>	<b>200,880,294,674 /tahun</b>	

Diagram Perbandingan Biaya SPCB Skenario Baru



## 7. Model Optimasi Kapal Peti Kemas Skenario Sewa

### Ukuran Utama Kapal Container Sewa

UKURAN UTAMA KAPAL		
NAMA KAPAL	ICE RUNNER	
LOA	133.53	m
LWL	126.25	m
LPP	121.39	m
B	18.65	m
H	10.46	m
T	4.29	m

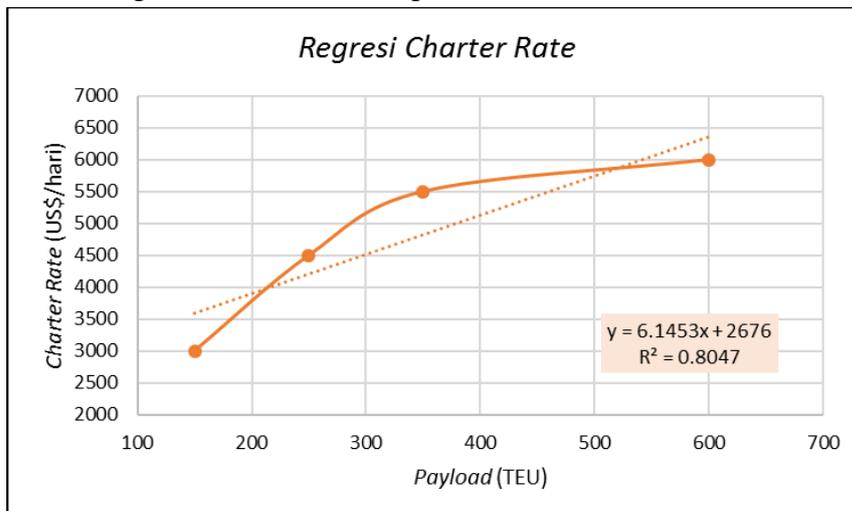
### Perhitungan Berat Kapal Container Sewa

PERHITUNGAN BERAT KAPAL	
Displacement	8,448 ton
Permintaan CPO	1,860,000 ton/tahun
	90,856 TEU/tahun
Muatan CPO Terangkut	1,860,000 ton/tahun
Load Factor Muatan Balik	100%
Muatan Beras Terangkut	664,990 ton/tahun
	45,470 TEU/tahun
LWT	902.92 ton
Baja	106.60 ton
Mesin	392.60 ton
Perlengkapan	403.72 ton
DWT	7,545 ton
Kapasitas Muatan CPO	6,791 ton
Kapasitas Muatan Beras	2,427.75 ton
	332 TEU
Konsumsi	754.50 ton

## Pola Operasi Kapal Container Sewa

POLA OPERASI	
Waktu Berlayar	64 jam
Waktu Pelabuhan	713.94 jam
● Asal	355.97 jam
Kecepatan Muat	35 B/C/H
Waktu Muat	350.97 jam
IT+WT	5 jam
● Tujuan	357.97 jam
Kecepatan Bongkar	35 B/C/H
Waktu Bongkar	350.97 jam
IT+WT	7 jam
Total Waktu Perjalanan	778.31 jam
	32.43 hari
Frekuensi dengan muatan	274 kali
Frekuensi dengan perjalanan	11 kali
Jumlah kapal	25 unit

## Grafik Regresi Charter Rate Kapal Container



## Biaya Sewa Kapal Container

Biaya Sewa	
y =	6.1453x + 2,676
= \$	4,716 /hari
= Rp	64,611,955 /hari
= Rp	21,321,945,251 /tahun

## Biaya Pelabuhan Kapal Container Skenario Sewa

BIAYA PELABUHAN		
GT	=	8062.44 GT
<b>Biaya Pelabuhan Bagendang</b>		
1. Jasa Labuh ( $a_1$ )	=	73 per GT/Kunjungan
Biaya Jasa Labuh	=	$1 \cdot a_1 \cdot GT$
	=	Rp 588,558
2. Jasa Tambat ( $b_1$ )		
Dermaga Beton	=	68 per GT/Etmal
Biaya Jasa Tambat	=	$b_1 \cdot GT$
	=	Rp 548,246
3. Jasa Pandu ( $c_1$ )		
Tarif Tetap ( $c_{1A}$ )	=	450,000 per Kapal/Gerakan
Tarif Variabel ( $c_{1B}$ )	=	3 per GT/Kapal/Gerakan
Biaya Jasa Pandu	=	$c_{1A} + (c_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{jumlah gerakan})$
	=	Rp 546,749
4. Jasa Tunda Kapal 8000 s.d. 17000 GT ( $d_1$ )		
Tarif Tetap ( $d_{1A}$ )	=	800,000 per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel ( $d_{1B}$ )	=	15 per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Biaya Jasa Tunda	=	$d_{1A} + (d_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{idle time})$
	=	Rp 1,162,810
<b>Biaya Pelabuhan Sampit</b>	=	<b>Jasa Labuh + Jasa Tambat + Jasa Pandu + Jasa Tunda</b>
	=	<b>Rp 2,846,363</b>
<b>Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>		
1. Jasa Labuh ( $a_1$ )	=	73 per GT/Kunjungan
Biaya Jasa Labuh	=	$1 \cdot a_1 \cdot GT$
	=	Rp 588,558
2. Jasa Tambat ( $b_1$ )		
Dermaga Beton	=	68 per GT/Etmal
Biaya Jasa Tambat	=	$b_1 \cdot GT$
	=	Rp 548,246
3. Jasa Pandu ( $c_1$ )		
Tarif Tetap ( $c_{1A}$ )	=	450,000 per Kapal/Gerakan
Tarif Variabel ( $c_{1B}$ )	=	3 per GT/Kapal/Gerakan
Biaya Jasa Pandu	=	$c_{1A} + (c_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{jumlah gerakan})$
	=	Rp 546,749
4. Jasa Tunda Kapal 8000 s.d. 17000 GT ( $d_1$ )		
Tarif Tetap ( $d_{1A}$ )	=	800,000 per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel ( $d_{1B}$ )	=	15 per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Biaya Jasa Tunda	=	$d_{1A} + (d_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{idle time})$
	=	Rp 1,162,810
<b>Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>	=	<b>Jasa Labuh + Jasa Tambat + Jasa Pandu + Jasa Tunda</b>
	=	<b>Rp 2,846,363</b>
<b>TOTAL BIAYA PELABUHAN</b>	=	<b>Biaya Pelabuhan Bagendang + Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>
	=	<b>Rp 62,619,983 /tahun</b>

### Biaya Pelayaran Kapal Container Sewa

BIAYA PELAYARAN			
<b>Biaya Bahan Bakar</b>	=	Rp	360,649,324 /roundtrip
	=	Rp	3,967,142,565 /tahun
<b>Biaya Minyak Diesel</b>	=	Rp	134,011,866 /roundtrip
	=	Rp	1,474,130,521 /tahun
<b>Biaya Air Tawar</b>			
Konsumsi Air Tawar	=		0.17 ton/orang/hari
Jumlah Kru	=		24 orang
W <sub>FW</sub> total	=		0.72 ton
Biaya Air Tawar	=	Rp	95,217 /kapal/tahun
	=	Rp	2,380,435 /tahun
<b>TOTAL BIAYA PELAYARAN</b>	=	<b>Biaya Bahan Bakar + Biaya Minyak Diesel + Biaya Air Tawar + Biaya Pelabuhan</b>	
	=	Rp	<b>5,506,273,503 /tahun</b>

### Biaya Bongkar Muat Kapal Container Skenario Sewa

BIAYA BONGKAR MUAT			
Tarif Bongkar Muat Kapal Peti Kemas	=	Rp	43,000 /TEU
Muat	=	Rp	314,072,000
Bongkar	=	Rp	314,072,000
<b>TOTAL BIAYA BONGKAR MUAT</b>	=	<b>Rp</b>	<b>628,144,000 /tahun</b>

### Biaya Investasi Kapal Container Skenario Sewa

Biaya Investasi			
<b>Biaya Kebutuhan Flexy Bag</b>			
Harga Flexy Bag	Rp	4,000,000	/bag
Jumlah Flexy Bag		45,469	bag
Biaya Flexy Bag	Rp	181,877,623,150	/tahun
<b>Biaya Beli Iso Tank Container</b>			
Harga Beli Iso Tank	Rp	100,000,000	/unit
Jumlah Iso Tank		166	TEU
Biaya Beli Iso Tank	Rp	16,600,000,000	/tahun
<b>Biaya Beli Dry Container</b>			
Harga Beli Container	Rp	4,500,000	/unit
Jumlah Container		166	TEU
Biaya Beli Container	Rp	747,000,000	/tahun
<b>Biaya Investasi</b>	<b>Rp</b>	<b>199,224,623,150</b>	<b>/tahun</b>

Perbandingan Biaya Kapal Container Skenario Sewa



## 8. Model Optimasi Kapal Peti Kemas Baru Skenario Bangun Baru

### Perbandingan Ukuran Utama Kapal Container Baru

Perbandingan Ukuran Utama	Minimum	Maksimum	Nilai
LPP/B	5.58	6.48	6.34
LPP/H	9.07	11.55	11.55
LPP/T	14.92	23.35	21.32
B/T	2.66	4.15	3.36
B/H	1.57	1.82	1.82
T/H	0.44	0.63	0.54

### Ukuran Utama Kapal Container Baru

Ukuran Utama Kapal	Minimum	Maksimum	Nilai	Satuan
LOA			120.58	m
LWL			114.00	m
LPP	0.00	116.75	109.62	m
B	0.00	20.74	18.01	m
H	0.00	13.21	9.99	m
T	0	5	4.76	m

### Perhitungan Berat Kapal Container Baru

PERHITUNGAN BERAT KAPAL	
Displacement	8,003 ton
Permintaan CPO	1,860,000 ton/tahun
	90,856 TEU/tahun
Muatan CPO Terangkat	1,860,000 ton/tahun
Load Factor Muatan Balik	100%
Muatan Balik	666,046 ton/tahun
	45,542 TEU/tahun
LWT	2997.28 ton
Baja	2413.54 ton
Mesin	229.88 ton
Perlengkapan	353.86 ton
DWT	5,006 ton
Kapasitas Muatan CPO	4,962 ton
Kapasitas Muatan Beras	1,776.94 ton
	243 TEU
Konsumsi	43.52 ton

## Pola Operasi Kapal Container Baru

POLA OPERASI	
Waktu Berlayar	64 jam
Waktu Pelabuhan	525.77 jam
● Asal	261.89 jam
Kecepatan Muat	35 B/C/H
Waktu Muat	256.89 jam
IT+WT	5 jam
● Tujuan	263.89 jam
Kecepatan Bongkar	35 B/C/H
Waktu Bongkar	256.89 jam
IT+WT	7 jam
Total Waktu Perjalanan	590.14 jam
	24.59 hari
Frekuensi dengan muatan	375 kali
Frekuensi dengan perjalanan	14 kali
Jumlah kapal	27 unit

## Biaya Modal Kapal Container Baru

CAPITAL COST	
$W_{ST}$	= 2413.54 ton
$W_{E\&O}$	= 353.86 ton
$W_{ME}$	= 229.88 ton
Harga Baja&Jasa	= Rp 40,000,000 /ton
<b>PERHITUNGAN BIAAYA</b>	
<b>Structural Cost</b>	
$P_{ST}$	= $W_{ST} \cdot \text{Harga Baja}$
	= Rp 96,541,647,481
<b>Outfit Cost</b>	
$P_{E\&O}$	= $W_{E\&O} \cdot C_{E\&O}$
	= Rp 14,154,339,056
<b>Machinery Cost</b>	
$P_{ME}$	= $W_{ME} \cdot C_{ME}$
	= Rp 9,195,174,821
<b>Non-weight Cost</b>	
$C_{NW}$	= 20%
$P_{NW}$	= $C_{NW} \cdot (P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME})$
	= Rp 23,978,232,272
<b>BIAYA</b>	= $P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME} + P_{NW}$
	= Rp 143,869,393,630

## Harga Kapal Container Baru

CAPITAL COST			
<b>HARGA KAPAL</b>	=	<b>Biaya + Keuntungan + Inflasi + Pajak</b>	
	=	Rp	165,449,802,674 /kapal
	=	Rp	11,739,070,059 /kapal/tahun
	=	Rp	316,954,891,603 /tahun

## Biaya Operasional Kapal Container

BIAYA OPERASIONAL			
<b>Gaji Kru</b>	=	Rp	93,312,000,000 /tahun
Jumlah Kru	=		24 orang
Gaji Per Kru/Bulan	=	Rp	12,000,000
<b>Biaya Perbaikan dan Perawatan</b>	=	3% dari harga kapal	
	=	Rp	134,014,340,166 /tahun
<b>Biaya Asuransi Kapal</b>	=	1,5% dari harga kapal	
	=	Rp	67,007,170,083 /tahun
<b>Biaya Persediaan Kru</b>	=	Rp	50,000 /orang/hari
	=	Rp	10,692,000,000 /tahun
<b>Biaya Dokumen &amp; Administrasi</b>	=	Rp	5,000,000 /roundtrip
	=	Rp	1,890,000,000 /tahun
<b>Biaya Minyak Pelumas</b>	=	Rp	15,824,409 /roundtrip
	=	Rp	221,541,728 /tahun
<b>TOTAL BIAYA OPERASIONAL</b>	=	<b>Rp</b>	<b>307,137,051,976 /tahun</b>

## Biaya Pelayaran Kapal Container Skenario Baru

BIAYA PELAYARAN			
<b>Biaya Bahan Bakar</b>	=	Rp	233,769,680 /roundtrip
	=	Rp	3,272,775,522 /tahun
<b>Biaya Minyak Diesel</b>	=	Rp	86,865,298 /roundtrip
	=	Rp	1,216,114,169 /tahun
<b>Biaya Air Tawar</b>			
Konsumsi Air Tawar	=		0.17 ton/orang/hari
Jumlah Kru	=		24 orang
W <sub>FW</sub> total	=		12.00 ton
Biaya Air Tawar	=	Rp	2,016,000 /kapal/tahun
	=	Rp	54,432,000 /tahun
<b>TOTAL BIAYA PELAYARAN</b>	=	<b>Biaya Bahan Bakar + Biaya Minyak Diesel + Biaya Air Tawar + Biaya Pelabuhan</b>	
	=	<b>Rp</b>	<b>4,614,627,696 /tahun</b>

## Biaya Pelabuhan Kapal Container Skenario Baru

BIAYA PELABUHAN		
GT	=	6548.70 GT
<b>Biaya Pelabuhan Bagendang</b>		
1. Jasa Labuh ( $a_1$ )	=	73 per GT/Kunjungan
Biaya Jasa Labuh	=	$1 \cdot a_1 \cdot GT$
	=	Rp 478,055
2. Jasa Tambat ( $b_1$ )		
Dermaga Beton	=	68 per GT/Etmal
Biaya Jasa Tambat	=	$b_1 \cdot GT$
	=	Rp 445,312
3. Jasa Pandu ( $c_1$ )		
Tarif Tetap ( $c_{1A}$ )	=	450,000 per Kapal/Gerakan
Tarif Variabel ( $c_{1B}$ )	=	3 per GT/Kapal/Gerakan
Biaya Jasa Pandu	=	$c_{1A} + (c_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{jumlah gerakan})$
	=	Rp 528,584
4. Jasa Tunda Kapal 8000 s.d. 17000 GT ( $d_1$ )		
Tarif Tetap ( $d_{1A}$ )	=	800,000 per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel ( $d_{1B}$ )	=	15 per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Biaya Jasa Tunda	=	$d_{1A} + (d_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{idle time})$
	=	Rp 1,094,692
<b>Biaya Pelabuhan Sampit</b>	=	<b>Jasa Labuh + Jasa Tambat + Jasa Pandu + Jasa Tunda</b>
	=	<b>Rp 2,546,643</b>
<b>Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>		
1. Jasa Labuh ( $a_1$ )	=	73 per GT/Kunjungan
Biaya Jasa Labuh	=	$1 \cdot a_1 \cdot GT$
	=	Rp 478,055
2. Jasa Tambat ( $b_1$ )		
Dermaga Beton	=	68 per GT/Etmal
Biaya Jasa Tambat	=	$b_1 \cdot GT$
	=	Rp 445,312
3. Jasa Pandu ( $c_1$ )		
Tarif Tetap ( $c_{1A}$ )	=	450,000 per Kapal/Gerakan
Tarif Variabel ( $c_{1B}$ )	=	3 per GT/Kapal/Gerakan
Biaya Jasa Pandu	=	$c_{1A} + (c_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{jumlah gerakan})$
	=	Rp 528,584
4. Jasa Tunda Kapal 8000 s.d. 17000 GT ( $d_1$ )		
Tarif Tetap ( $d_{1A}$ )	=	800,000 per Kapal yang Ditunda/Jam
Tarif Variabel ( $d_{1B}$ )	=	15 per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Biaya Jasa Tunda	=	$d_{1A} + (d_{1B} \cdot GT \cdot 1 \cdot \text{idle time})$
	=	Rp 1,094,692
<b>Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>	=	<b>Jasa Labuh + Jasa Tambat + Jasa Pandu + Jasa Tunda</b>
	=	<b>Rp 2,546,643</b>
<b>TOTAL BIAYA PELABUHAN</b>		
	=	<b>Biaya Pelabuhan Bagendang + Biaya Pelabuhan Tanjung Perak</b>
	=	<b>Rp 71,306,004 /tahun</b>

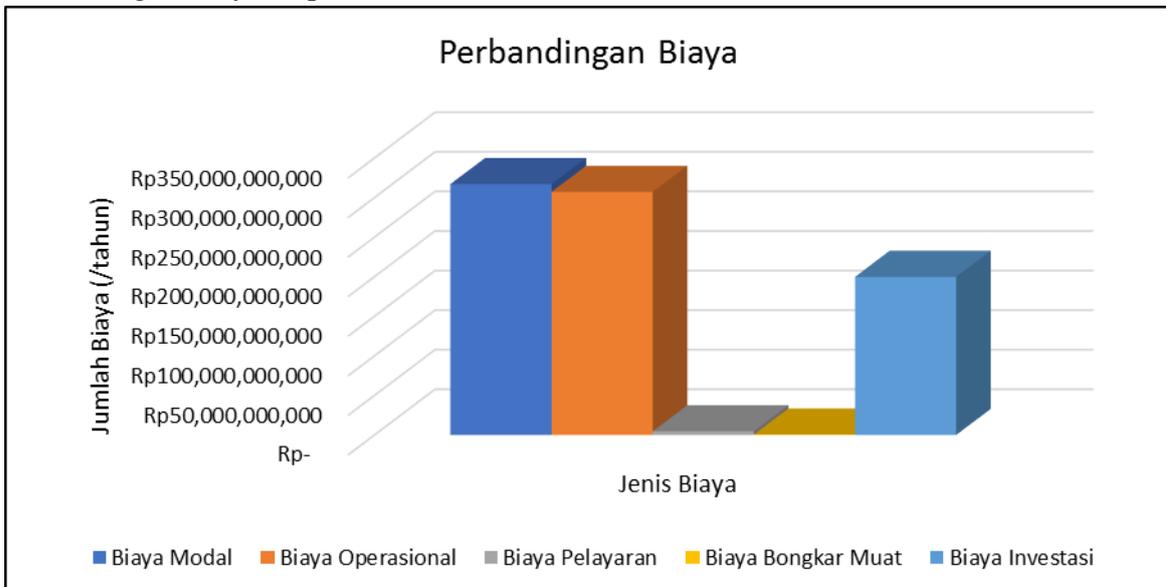
### Biaya Bongkar Muat Kapal Container Skenario Baru

BIAYA BONGKAR MUAT			
Tarif Bongkar Muat Kapal Peti Kemas	=	Rp	43,000 /TEU
Muat	=	Rp	292,572,000
Bongkar	=	Rp	292,572,000
<b>TOTAL BIAYA BONGKAR MUAT</b>	=	<b>Rp</b>	<b>585,144,000 /tahun</b>

### Biaya Investasi Kapal Container Skenario Baru

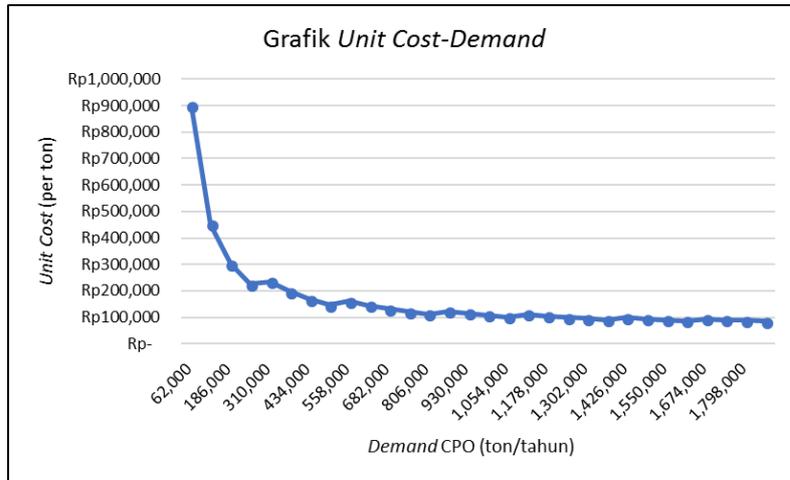
Biaya Investasi			
<b>Biaya Kebutuhan Flexy Bag</b>			
Harga Flexy Bag	Rp	4,000,000 /bag	
Jumlah Flexy Bag		45,542 bag	
Biaya Flexy Bag	Rp	182,166,331,279	/tahun
<b>Biaya Beli Iso Tank Container</b>			
Harga Beli Iso Tank	Rp	100,000,000 /unit	
Jumlah Iso Tank		122 TEU	
Biaya Beli Iso Tank	Rp	12,150,000,000	/tahun
<b>Biaya Beli Dry Container</b>			
Harga Beli Container	Rp	45,000,000 /unit	
Jumlah Container		122 TEU	
Biaya Beli Container	Rp	5,467,500,000	/tahun
<b>Biaya Investasi</b>	<b>Rp</b>	<b>199,783,831,279</b>	<b>/tahun</b>

### Perbandingan Biaya Kapal Container Skenario Baru

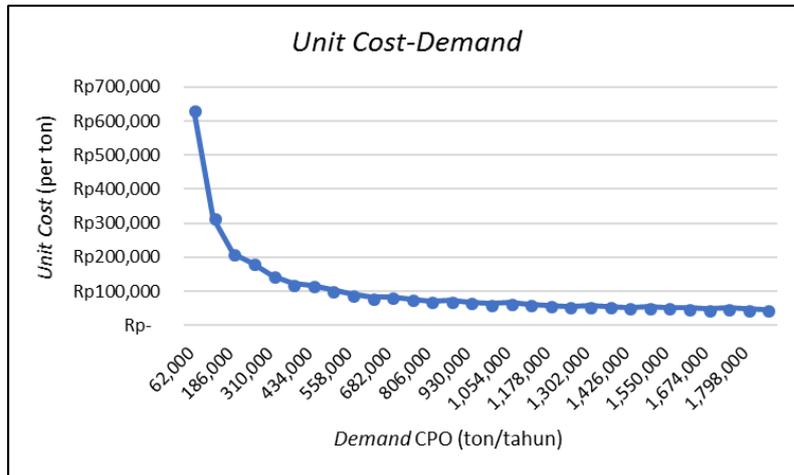


## 9. Analisis Sensitivitas

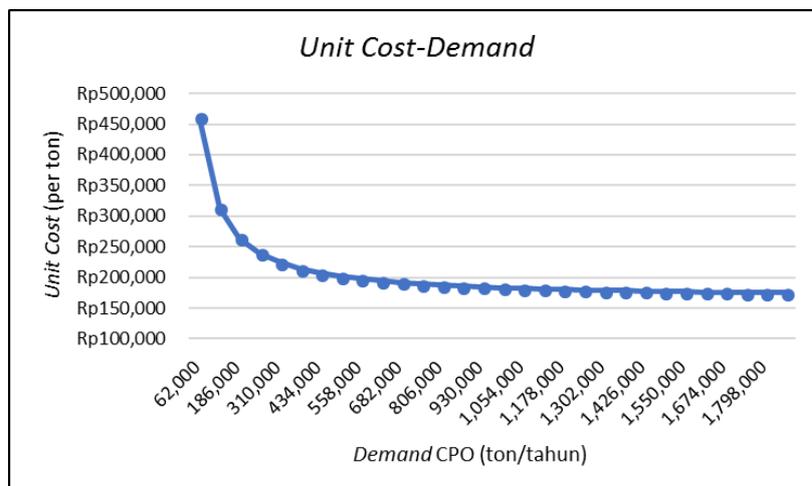
Grafik Analisis Sensitivitas Unit Cost Kapal Tanker



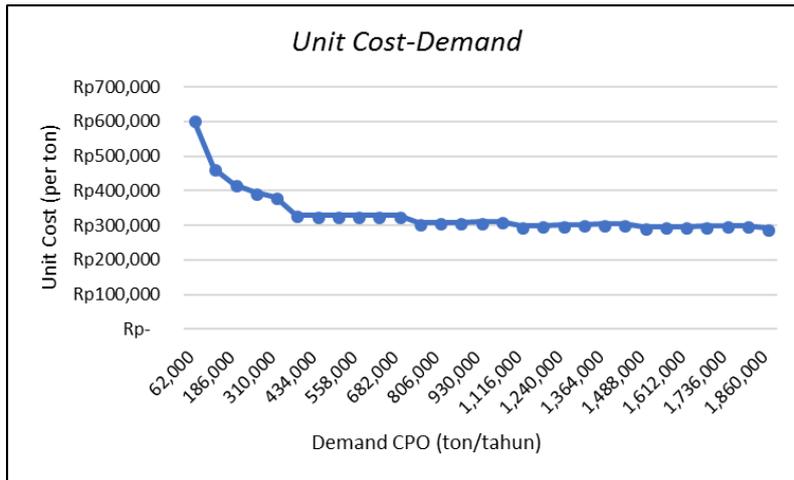
Grafik Analisis Sensitivitas Unit Cost SPOB



Grafik Analisis Sensitivitas Unit Cost SPCB



Grafik Analisis Sensitivitas Unit Cost Kapal Container



Grafik Analisis Sensitivitas Unit Cost terhadap Load Factor

