



---

**TUGAS AKHIR - MS 141501**

**OPTIMALISASI PENGUASAAN ARMADA TANKER  
DISTRIBUSI BBM PELAYARAN DOMESTIK: STUDI KASUS  
WILAYAH VII**

IRFA'ATIL KARIMAH

NRP. 4412 100 022

Dosen Pembimbing

HASAN IQBAL NUR, S.T., M.T.

IRWAN TRI YUNianto, S.T., M.T.

Jurusan Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2016



**FINAL PROJECT - MS 141501**

**FLEET MANAGEMENT OF TANKER VESSEL FOR  
DOMESTIC FUEL OIL DISTRIBUTION: CASE STUDY  
REGION VII**

**IRFA'ATIL KARIMAH**

**NRP. 4412 100 022**

**Supervisor**

**HASAN IQBAL NUR, S.T., M.T.**

**IRWAN TRI YUNIANTO, S.T., M.T.**

**Department of Marine Transportation**

**Faculty of Marine Technology**

**Sepuluh Nopember Institute of Technology**

**Surabaya**

**2016**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**OPTIMALISASI PENGUASAAN ARMADA TANKER  
DISTRIBUSI BBM PELAYARAN DOMESTIK: STUDI KASUS**

**WILAYAH VII**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Jurusan Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:


**IRFA'ATIL KARIMAH**

**NRP. 4412 100 022**

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
**Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.**  
NIP. 19900104 201504 1 002

  
**Irwan Tri Yuniyanto, S.T., M.T.**  
NIP. 19870605 201504 1 002

**SURABAYA, JULI 2016**

# LEMBAR REVISI

## OPTIMALISASI PENGUASAAN ARMADA TANKER DISTRIBUSI BBM PELAYARAN DOMESTIK: STUDI KASUS WILAYAH VII

### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir

Tanggal 22 Juni 2016

Program S1 Jurusan Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**IRFA'ATIL KARIMAH**

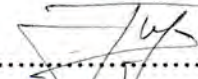
NRP. 4412 100 022

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

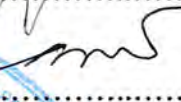
1. Dr. Ing. Setyo Nugroho

  
.....

2. Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.

  
.....

3. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.

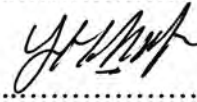
  
.....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.

  
.....

2. Irwan Tri Yuniyanto, S.T., M.T.

  
.....

SURABAYA, JULI 2016

# OPTIMALISASI PENGUASAAN ARMADA TANKER DISTRIBUSI BBM PELAYARAN DOMESTIK: STUDI KASUS WILAYAH VII

Nama : Irfa'atil Karimah  
NRP. : 4412 100 022  
Dosen Pembimbing : Hasan Iqbal Nur, ST., MT.  
NIP. : 19900104 201504 1 002  
Dosen Pembimbing II : Irwan Tri Yuniyanto, ST., MT.  
NIP. : 19870605 201504 1 002

## ABSTRAK

Wilayah VII merupakan keseluruhan Pulau Sulawesi dan salah satu wilayah distribusi BBM dengan asal muatan dari RU Balikpapan. Perencanaan transportasi laut distribusi BBM di Pulau Sulawesi belum efisien, dimana perencanaan jumlah kapal yang ditugaskan masih kurang sesuai dan masing – masing kapal tidak memiliki rute yang tetap. Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini akan dilakukan kajian untuk mengetahui rute dan pola operasi untuk distribusi BBM (Premium, Solar, dan Kerosene) serta model penguasaan armada di Wilayah VII dengan membuat model optimisasi dengan kriteria minimum unit biaya (Rp/Ton) dan muatan terangkut memenuhi kebutuhan dari masing – masing daerah tujuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola operasi untuk distribusi BBM Wilayah VII paling optimum ditunjukkan oleh model optimisasi skenario 1 yaitu Zona 1 A (Balikpapan, Donggala, Toli-Toli, Bitung, Tahuna, Luwuk, Gorontalo, Moutong, Poso, Banggai, Kolonedale) dan Zona 2 (Pare-Pare, Makasar, Raha, Kendari, Bau-Bau, Kolaka, Palopo) dengan 5 transit depo yaitu Donggala, Toli-toli, Bitung, Pare-pare dan Makasar. Pola operasi ini menimbulkan total biaya berkisar Rp1.890.708 juta pertahun, dengan muatan terangkut total yaitu 4.259.716 Ton pertahun, dengan unit cost yaitu 443.658 Rp/Ton. Kapal yang ditugaskan dalam distribusi BBM ini memiliki 3 jenis kapal yaitu kapal 1 dengan kapasitas 12.694 Ton , kapal 2 dengan kapasitas 2.864 Ton dan kapal 3 dengan kapasitas 5.319 Ton. Jumlah keseluruhan kapal yang akan ditugaskan yaitu 20 unit kapal, dengan seluruhnya kapal yang dioperasikan adalah kapal milik. Dimana, unit biaya kapal milik lebih rendah 18% daripada unit biaya kapal charter.

# FLEET MANAGEMENT OF TANKER VESSEL FOR DOMESTIC FUEL OIL DISTRIBUTION: CASE STUDY REGION VII

Author : Irfa'atil Karimah  
ID. No : 4412 100 022  
Supervisors I : Hasan Iqbal Nur, ST., MT.  
ID. No : 19900104 201504 1 002  
Supervisors II : Irwan Tri Yuniyanto, ST., MT.  
ID. No : 19870605 201504 1 002

## ABSTRACT

Sulawesi is apart of region IV that its fuel distribution supply comes from Balikpapan RU. The marine transportation scheme for fuel distribution in Sulawesi is still ineffective due to limited number of the ships and, in fact they still dont have certain shipping route. Based on this finding, the author interested in analyzing marine transportation plan and administration over tanker vessel for the Region VII by designing minimum unit cost of optimisation model in (Rp/Ton) and the demand for each destinations that has been executed. The finding and analysis of this case has showed that the most optimum fuel ditribution in was scenario 1 with zona 1 A (Balikpapan, Donggala, Toli-Toli, Bitung, Tahuna, Luwuk, Gorontalo, Moutong, Poso, Banggai, Kolonedale) and zona 2 (Pare-Pare, Makasar, Raha, Kendari, Bau-Bau, Kolaka, Palopo) , who possessed 5 transit depos were Donggala, Toli – toli, Bitng, Pare – pare and Makasar. Furthermore, this study reported that shipping activity on this area give total cost around Rp. 1.890.708 million per year, with cargo carried is 4.259.716 per year, and unit cost Rp.443.658 pertons utilizing 20 vessels in total with 3 different type as type 1 which has 12.694 Tons of payloads, type 2 with 2.864 Tons, and type 3 which has 5.319 Tons. All the vessels were self-owned that provoked 18% cheaper of unit cost compared to chartered-vessel.

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR REVISI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB 1    BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Manfaat .....	2
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Hipotesis Awal .....	3
BAB 2    TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Penguasaan .....	5
2.2 Bahan Bakar Minyak .....	7
2.2.1 Pengertian Bahan Bakar Minyak .....	7
2.2.2 Jenis – jenis Bahan Bakar Minyak .....	7
2.3 Distribusi BBM .....	10
2.3.1 Pengertian Distribusi BBM .....	10
2.3.2 Fungsi Distribusi .....	11
2.3.3 Sistem Distribusi .....	12
2.3.4 Saluran Distribusi .....	13
2.3.5 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Kegiatan Distribusi .....	15
2.3.6 Alat Pengangkutan BBM .....	15
2.4 Optimasi .....	18
2.4.1 Urutan Proses Optimisasi .....	20
2.4.2 Metode Search .....	20
2.5 Perencanaan Rute .....	22
2.6 Tinjauan Biaya Transportasi Laut .....	23

2.6.1	Biaya Modal ( <i>Capital Cost</i> ).....	24
2.6.2	Biaya Operasional ( <i>Operational Cost</i> ) .....	25
2.6.3	Biaya Pelayaran ( <i>Voyage Cost</i> ) .....	25
2.6.4	Biaya Bongkar Muat ( <i>Cargo Handling Cost</i> ).....	26
<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	27
3.1.1	Tahap Identifikasi Permasalahan .....	28
3.1.2	Tahap Tinjauan Pustaka dan Studi Literatur.....	28
3.1.3	Tahap Pengumpulan Data .....	28
3.1.4	Tahap Optimisasi Rute dan Pola Operasi - Analisis.....	28
3.1.5	Kesimpulan dan Saran .....	29
3.2	Model Pengoptimalan Armada Tanker Distribusi BBM.....	29
<b>BAB 4</b>	<b>GAMBARAN UMUM.....</b>	<b>33</b>
4.1	Gambaran Umum Objek Penelitian .....	33
4.2	Unit Kilang di Indonesia .....	34
4.3	Pelabuhan – pelabuhan di Wilayah VII.....	35
4.4	Demand BBM Wilayah VII .....	37
4.5	Kondisi Transportasi Laut Wilayah VII.....	37
4.6	Pola Operasi Distribusi BBM Wilayah VII.....	39
<b>BAB 5</b>	<b>ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>49</b>
5.1	Konsep Model Optimisasi Distribusi BBM .....	49
5.2	Model Matematis.....	50
5.3	Perencanaan Armada.....	52
5.3.1	Alternatif Kapal .....	52
5.3.2	Kompatibilitas Kapal .....	53
5.4	Perencanaan Rute .....	55
5.4.1	Zona 1 .....	56
5.4.2	Zona 2 .....	58
5.5	Perencanaan Pola Operasi .....	60
5.5.1	Rountrip Days .....	60
5.5.2	Frekuensi by Trip.....	61
5.6	Analisis Biaya .....	62
5.6.1	Variable Cost .....	62
5.6.2	Fix Cost.....	65



5.7 Model Optimasi.....	66
5.7.1 Pembuatan Model Optimasi.....	66
5.7.2 Langkah – langkah Model Optimasi.....	69
5.8 Hasil Optimasi.....	70
5.8.1 Skenario 1 .....	70
5.8.2 Skenario 2 .....	73
5.8.3 Skenario 3 .....	76
5.9 Rute dan Pola Operasi Wilayah VII.....	79
5.10 Model Penguasaan Armada.....	83
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>87</b>
6.1 Kesimpulan.....	87
6.2 Saran.....	88
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>89</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>92</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Daftar Pelabuhan dan Kedalaman Pelabuhan Wilayah VII.....	35
Tabel 4.2 Fasilitas Tangki Timbun Wilayah 7.....	36
Tabel 4.3 Demand BBM masing – masing Daerah .....	37
Tabel 4.4 Data Kapal Eksisting di Wilayah VII .....	38
Tabel 4.5 Rute dan Pola Operasi Eksisting.....	39
Tabel 5.1 Alternatif Kapal 2-1 .....	52
Tabel 5.2 Alternatif Kapal 2-2 .....	52
Tabel 5.3 Jumlah Kapal masing.....	53
Tabel 5.4 Kriteria Masing – Masing Pelabuhan .....	53
Tabel 5.5 Kompatibilitas Kapal .....	54
Tabel 5.6 Alternatif Rute Zona 1 .....	56
Tabel 5.7 Alternatif Rute Zona 2 .....	59
Tabel 5.8 Perhitungan RTD (Days) .....	61
Tabel 5.9 Perhitungan Frekuensi by trip.....	62
Tabel 5.10 Harga BBM.....	62
Tabel 5.11 Tarif Pelabuhan Balikpapan.....	63
Tabel 5.12 Tarif Pelabuhan Wilayah VII.....	63
Tabel 5.13 Tarif Pelabuhan.....	64
Tabel 5.14 Biaya Kapal Milik – Alternatif Kapal.....	65
Tabel 5.15 Time Charter Hire – Alternatif Kapal.....	66
Tabel 5.16 Hasil Optimasi Skenario 1 (2-1) .....	71
Tabel 5.17 Hasil Skenario 1 (2-2).....	71
Tabel 5.18 Kebutuhan Kapal Skenario 1 .....	73
Tabel 5.19 Hasil Optimasi Skenario 2 (2-1) .....	74
Tabel 5.20 Hasil Optimasi Skenario 2 (2-2) .....	74
Tabel 5.21 Jumlah Kebutuhan Kapal Skenario 2.....	76
Tabel 5.22 Hasil Optimasi Skenario 3 (2-1) .....	76
Tabel 5.23 Hasil Optimasi Skenario 3 (2-2) .....	77
Tabel 5.24 Jumlah Kebutuhan Kapal Skenario 3.....	78
Tabel 5.25 Rute dan Pola Operasi per Skenario .....	79
Tabel 5.26 Rute dan Pola Operasi Wilayah VII .....	81
Tabel 5.27 Jumlah Kebutuhan Kapal Wilayah VII.....	83

Tabel 5.28 Spesifikasi Kapal Terpilih .....	84
Tabel 5.29 Biaya Kapal Milik.....	84
Tabel 5.30 Daftar Kapal Milik.....	84

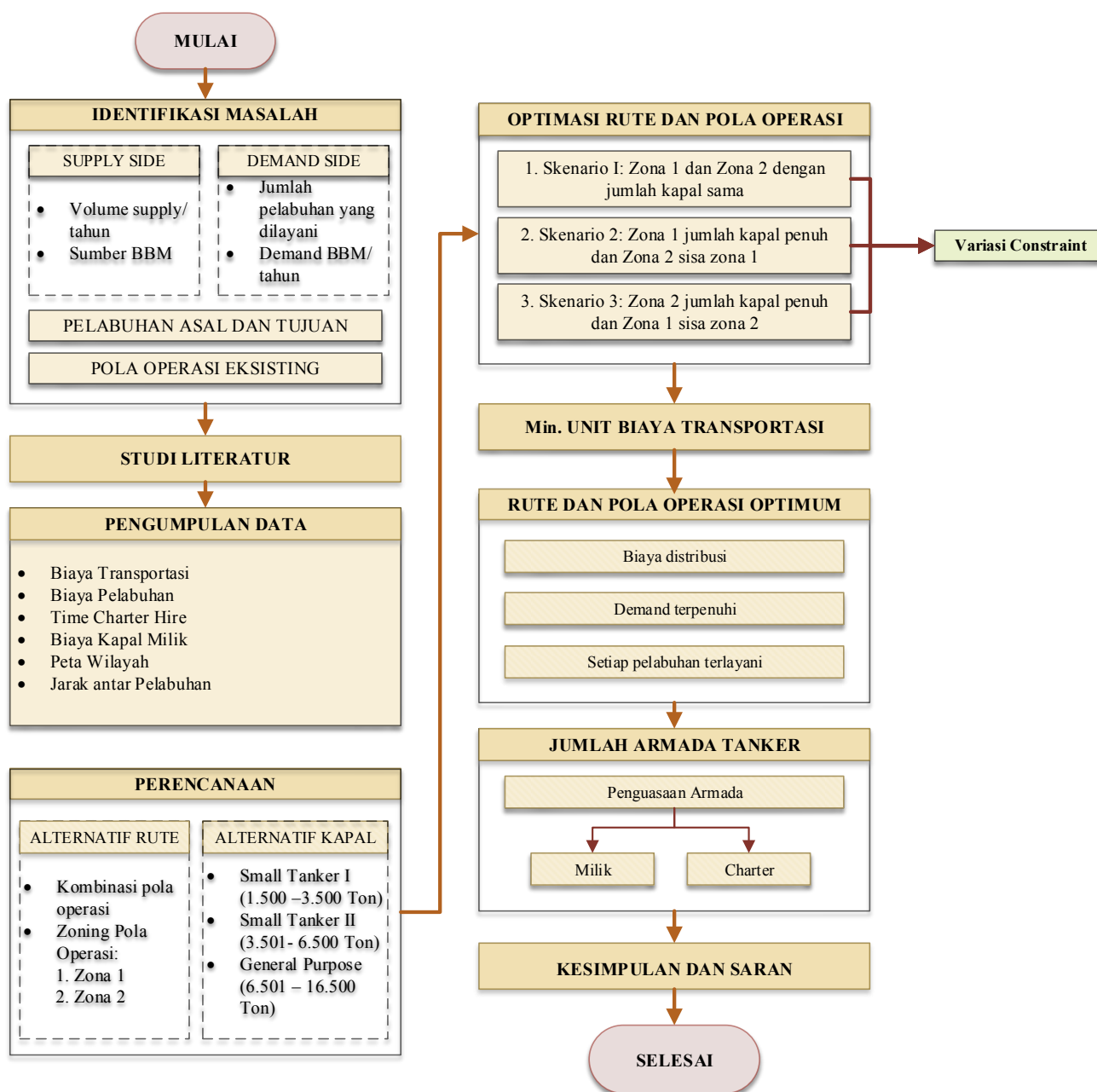
## Daftar Lampiran

PERHITUNGAN <i>CAPITAL COST</i> KAPAL MILIK.....	ii
ALTERNATIF RUTE .....	viii
PERHITUNGAN BIAYA BAHAN BAKAR .....	xv
PERHITUNGAN WAKTU BERLAYAR.....	xxi
PERHITUNGAN WAKTU PELABUHAN .....	xxvii

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Metodologi penelitian adalah metode sertalangkah-langkah dalam mengerjakan tugas akhir. Selanjutnya akan dijelaskan diagram alir (*flowchart*) dalam pengerjaan Tugas Akhir ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir (*Flowchart*) Metodologi Penelitian

Prosedur pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan sesuai dengan diagram alir pada Gambar III.1 yaitu sebagai berikut:

1. Tahap Identifikasi Permasalahan
2. Studi Literatur
3. Tahap Pengumpulan Data
4. Tahap Perencanaan
5. Tahap Optimisasi Rute dan Pola Operasi
6. Analisa Hasil Model Optmasi
7. Tahap Kesimpulan dan Saran

### **3.1.1 Tahap Identifikasi Permasalahan**

Identifikasi permasalahan merupakan tahapan awal dalam penelitian. Dimana, pada tahap ini terdapat fakta-fakta dan permasalahan dalam distribusi BBM pelayaran domestik. Sehingga muncul sebuah solusi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

### **3.1.2 Tahap Tinjauan Pustaka dan Studi Literatur**

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang terkait dengan permasalahan pada tugas ini. Materi-materi yang dijadikan sebagai tinjauan pustaka Teori Optimasi, Teori Distribusi, dan Tinjauan Biaya Transportasi Laut. Studi literatur juga dilakukan terhadap hasil penelitian sebelumnya untuk lebih memahami permasalahan dan pengembangan yang dapat dilakukan.

### **3.1.3 Tahap Pengumpulan Data**

Pada tahap ini metode pengumpulan data dilakukan secara langsung (primer) dan tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan dalam penelitian tugas akhir ini. Adapun data-data yang diperlukan antara lain:

- Supply dan Demand Wilayah VII
- Data Kapal Tanker Wilayah VII
- Time Charter Hire
- Biaya Kapal Milik
- Peta Wilayah
- Biaya Transportasi (Fuel Cost)
- Biaya Pelabuhan

### **3.1.4 Tahap Optimisasi Rute dan Pola Operasi - Analisis**

Dalam penelitian ini dilakukan perencanaan beberapa *alternative rute* pengiriman serta perencanaan jumlah kapal yang akan ditugaskan. Pada tahap pembuatan model optimasi

menggunakan metode optimasi *linear Programming* mengenai transportation problem dengan hasil keluaran (*output*) berupa penugasan jumlah penugasan kapal dimana dalam penugasan tersebut juga dapat diketahui komposisi dari jumlah penugasan untuk kapal milik serta jumlah penugasan kapal charter yang memiliki kriteria minimum biaya (*total cost*) serta menghasilkan *unit cost* paling minimum.

### 3.1.5 Kesimpulan dan Saran

Dari tahapan diatas, maka dapat dilakukan penarikan kesimpulan berapa jumlah kapal tanker yang akan dioperasikan untuk distribusi BBM pelayaran domestik wilayah VI.

## 3.2 Model Pengoptimalan Armada Tanker Distribusi BBM

Model pengoptimalan armada tanker untuk distribusi BBM di wilayah VII dalam tugas akhir ini menggunakan bantuan *solver* yang tersedia pada *microsoft excel*. Model perhitungan penelitian ini terdiri dari 4 tahap, yaitu:

### 1. Input data

Input data terdiri dari jumlah *supply* dan *demand* BBM pertahun pada masing – masing daerah, jarak antar masing – masing pelabuhan, alternatif kapal dan alternatif rute. Alternatif kapal merupakan beberapa jumlah kapal yang diajukan untuk ditugaskan dalam distribusi BBM dan memiliki kompatibilitas terhadap pelabuhan tujuan. Alternatif rute merupakan perencanaan pola operasi distribusi BBM, dimana pola rute yang diajukan terdiri dari rute *port to port* dan *multi port*.

### 2. Decision Variable

Dari inputan data menentukan decision variable dari model yaitu penugasan kapal. Penugasan kapal mendapatkan jumlah frekuensi kapal yang ditugaskan serta jumlah muatan yang terangkut, selanjutnya muncul jumlah kebutuhan kapal.

### 3. Constraint

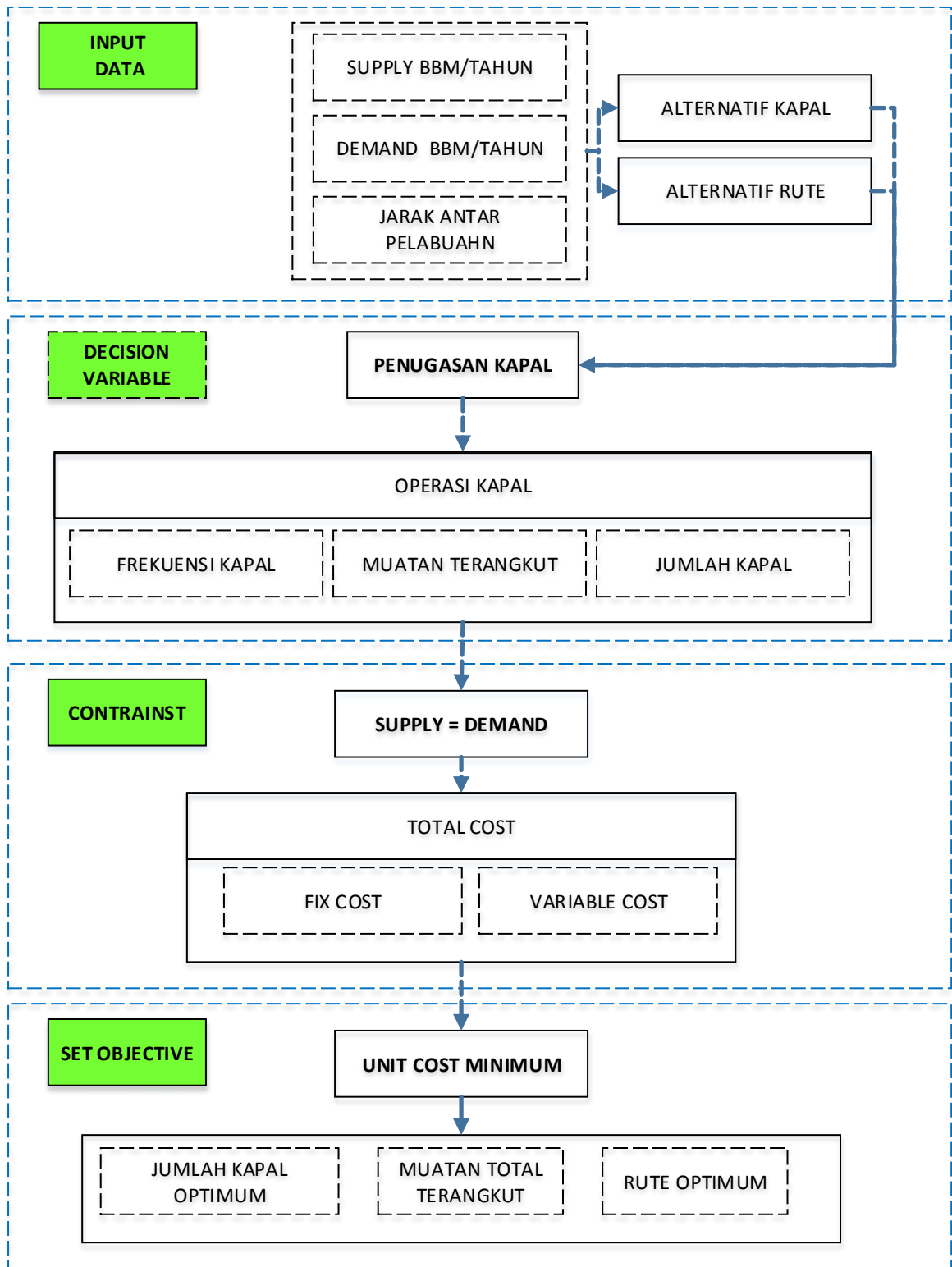
*Constraint* atau batasan dari model optimasi ini yaitu jumlah *supply* dan *demand* dari masing – masing daerah. *Constraint* ini dibuat dengan formula  $supply = demand$  atau jumlah terkirim sama dengan jumlah BBM yang keluar. Dari kegiatan distribusi ini kemudian memunculkan total biaya distribusi yang terdiri dari *fix cost* dan *variable cost*.

### 4. Set Objective

*Set objective* yaitu nilai tujuan yang akan didapatkan dari model optimasi yaitu unit cost minimum sehingga mendapatkan jumlah kapal optimum dan jumlah muatan total terangkut selama setahun serta pola operasi yang optimum untuk Wilayah VII.

Dari uraian pengerjakan model perhitungan model pengoptimalan armada tanker distribusi BBM dapat dilihat pada diagram alir gambar 3.2 berikut ini:





Gambar 3.2 Model Pengoptimalan Armada Tanker Distribusi BBM

Dalam pembuatan model optimisasi ini, akan dilakukan 3 skenario dalam running model. 3 skenario tersebut yaitu:

1. Skenario 1

Skenario 1 yaitu pada masing – masing zona dilakukan *running* dengan membatasi jumlah kapal dalam *running* model yaitu jumlah kapal yang tersedia akan dibagi rata pada masing – masing zona.

2. Skenario 2

Skenario 2 sama halnya dengan skenario 1, akan dilakukan pembatasan jumlah kapal pada proses *running* model, dimana dalam hal ini jumlah kapal untuk proses *running* pada zona 1 ada jumlah penuh, dan pada zona 2 adalah sisa jumlah kapal dari hasil *running* model zona 1.

3. Skenario 3

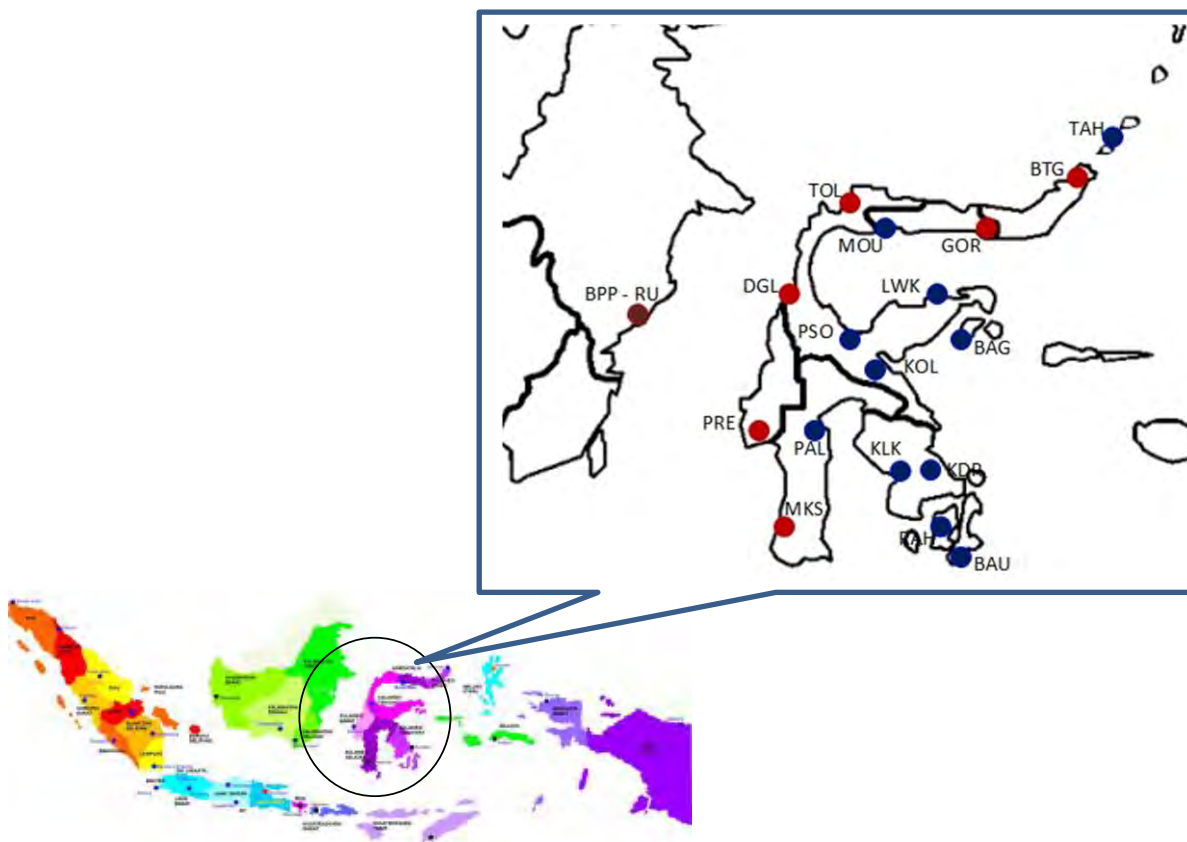
Untuk skenario 3, merupakan kebalikan dari skenario 2. Pada skenario ini, jumlah kapal yang akan di *running* pada zona 2 dengan jumlah kapal penuh, sedangkan pada zona 1 merupakan sisa dari hasil proses *running* zona 2.

Dari ketiga skenario tersebut akan dipilih model dengan kriteria *minimum total cost* paling minimum dalam kegiatan operasi untuk distribusi di wilayah VII (Pulau Sulawesi). Total cost merupakan akumulasi dari total cost dari masing – masing zona yaitu zona 1 dan zona 2.

## BAB 4 GAMBARAN UMUM

### 4.1 Gambaran Umum Objek Penelitian

Di Indonesia, dalam distribusi BBM dilakukan dengan dengan membagi wilayah distribusi menjadi delapan wilayah (*trading area*). Pembagaan wilayah distribusi tersebut, yaitu: Wilayah I, Wilayah II, Wilayah III, Wilayah VI, Wilayah V, Wilayah VI, Wilayah VII, Wilayah VIII. Pembagian wilayah distribusi BBM ini dilakukan oleh PT Pertamina. Gambar 4.1 merupakan peta pembagian wilayah untuk distribusi BBM di Indonesia.



Gambar 4.1 Peta Wilayah VII

Dalam penelitian tugas akhir ini akan dilakukan analisis pada wilayah VII. Wilayah VII adalah wilayah distribusi BBM di Pulau Sulawesi. Untuk lebih rincinya, daerah yang termasuk dalam wilayah VII untuk distribusi BBM secara garis besar yaitu Gorontalo, Sulawesi Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi, Sulawesi tengah, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Utara. Pulau Sulawesi merupakan salah satu pulau di Indonesia yang memiliki area

dominan perairan, sehingga dalam kegiatan distribusi sangat mengandalkan moda transportasi laut.

## 4.2 Unit Kilang di Indonesia

Dalam mendistribusikan Bahan Bakar Minyak (BBM) ke seluruh wilayah Indonesia, tersedia beberapa unit pengilangan (*Refinery Unit*). Dari unit pengilangan tersebut, terbagi menjadi beberapa jalur distribusi. Beberapa unit pengilangan yang sudah ada di Indonesia saat ini yaitu:

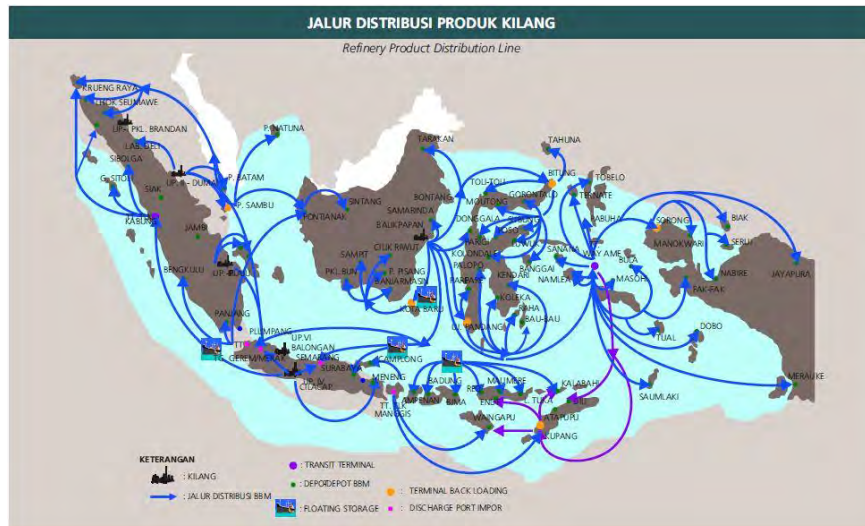
- RU – I Pangkalan Brandan : kapasitas produksi mencapai 5.000 BPSD
- RU – II Dumai/Sungai Pakning : kapasitas produksi mencapai 170.000 BPSD
- RU – III Plaju dan Sungai Gerong : kapasitas produksi mencapai 133.700 BPSD
- RU – IV Cilacap : kapasitas produksi mencapai 300.000 BPSD
- RU – Cepu : kapasitas produksi mencapai 3.800 BPSD
- RU – V Balikpapan : kapasitas produksi mencapai 253.000 BPSD
- RU – VI Balongan : kapasitas produksi mencapai 125.000 BPSD
- RU – VII Kasim – Sorong : kapasitas produksi mencapai 10.000 BPSD



Sumber: (Pertamina, Laporan Tahunan, 2007)

Gambar 4.2 Unit Kilang Minyak di Indonesia

Saat ini, kilang minyak di Indonesia satu sudah tidak aktif lagi yaitu RU – Pangkalan Brandan yang terletak di Pulau Sumatra Utara. Kemudian, produk dari kilang tersebut akan didistribusikan dengan jalur distribusi seperti pada gambar 4.3, berikut:



Sumber: (Pertamina, Laporan Tahunan, 2007)

Gambar 4.3 Jalur Distribusi Produk Kilang di Indonesia

### 4.3 Pelabuhan – pelabuhan di Wilayah VII

Wilayah VII atau wilayah distribusi BBM di Pulau Sulawesi memiliki 18 pelabuhan yang akan dilayani. Dimana 18 pelabuhan ini termasuk kilang asal. Kilang asal dari Wilayah VII ini yaitu RU Balikpapan. Masing – masing pelabuhan memiliki kedalaman yang berbeda sehingga memiliki kriteria sarat kapal untuk memasuki area pelabuhan tujuan. 18 pelabuhan tersebut terdapat pada tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 Daftar Pelabuhan dan Kedalaman Pelabuhan Wilayah VII

No.	Nama Pelabuhan	LWS (M)
1	Banggai	8
2	Bau - Bau	9
3	Bitung	8
4	Donggala	10
5	Gorontalo	11
6	kendari	10
7	Kolaka	8
8	Kolonedale	10
9	Luwuk	10
10	Makasar	11
11	Moutung	10
12	Palopo	12
13	Pare - Pare	9

No.	Nama Pelabuhan	LWS (M)
14	Poso	10
15	Raha	10
16	Tahuna	10
17	Toli - Toli	12
18	Balikpapan	12

Sumber: (SOS-Pertamina, Port Information, 2015)

Dari tabel 4.1 diatas dapat diketahui bahwa kriteria kapal yang dapat memasuki pelabuhan pada wilayah VII yaitu memiliki sarat minimum 1 meter lebih kecil dari kedalaman pelabuhan yang akan dikunjungi. Pada masing – masing pelabuhan tujuan juga memiliki fasilitas tangki timbun untuk menampung masing – masing jenis *cargo* yang akan dilakukan bongkar pada pelabuhan tersebut. Kapasitas tangki timbun pada masing – masing pelabuhan dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2 Fasilitas Tangki Timbun Wilayah 7

No.	Nama Pelabuhan	Fasilitas Tangki Timbun (KL)		
		Kerosine	Premium	Solar
1	Banggai	600	600	700
2	Bau – Bau	1.606	3.034	1.725
3	Bitung	1.286	12.633	20.791
4	Donggala	2.677	2.400	4.890
5	Gorontalo	4.201	2.646	6.351
6	Kendari	3.272	2.400	330
7	Kolaka	1.500	1.510	1.500
8	Kolonedale	678	580	588
9	Luwuk	1.200	1.200	2.400
10	Makasar	13.625	12.129	19.992
11	Moutung	589	781	983
12	Palopo	3.666	2.377	4.085
13	Pare – Pare	9.040	4.432	4.539
14	Poso	1.200	1.200	2.400
15	Raha	530	600	784
16	Tahuna	500	500	1.000
17	Toli – Toli	1.198	1.691	2.859
18	Balikpapan	<b>Refinery Unit</b>		

Sumber: (SOS-Pertamina, Port Information, 2015)

#### 4.4 Demand BBM Wilayah VII

Kebutuhan Bahan Bakar Minyak (BBM) pada masing – masing wilayah diketahui dari konsumsi masing – masing daerah. Tabel 4.3 berikut merupakan demand dari masing – masing daerah, yaitu:

Tabel 4.3 Demand BBM masing – masing Daerah

No.	Nama Pelabuhan	Demand BBM (Ton)		
		Kerosene	Premium	Solar
1	Banggai	5.069,3	5.477,9	7.792,3
2	Bau - Bau	21.149,4	24.758,0	56.120,1
3	Bitung	13.531,6	235.777,1	294.969,1
4	Donggala	0	135.374,5	134.563,9
5	Gorontalo	0	86.529,0	93.827,4
6	kendari	0	100.558,0	132.817,8
7	Kolaka	0	41.180,4	51.227,8
8	Kolonedale	5.179,5	14.778,1	26.289,7
9	Luwuk	13.176,8	36.598,5	61.896,5
10	Makasar	23.459,0	453.319,5	271.711,5
11	Moutung	0	19.872,2	18.133,7
12	Palopo	0	109.735,9	71.159,2
13	Pare - Pare	0	214.918,9	123.910,2
14	Poso	7.778,3	31.050,9	20.506,3
15	Raha	8.918,8	19.586,8	23.284,9
16	Tahuna	8.091,7	8.293,7	11.273,3
17	Toli - Toli	10.904,6	26.733,4	36.318,0

Sumber: (S&D-Pertamina, 2015)

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa permintaan demand dari Wilayah VII yaitu pulau Sulawesi. Pada penelitian ini akan terfokus untuk distribusi BBM dengan jenis Kerosine, Premium dan Solar seperti pada tabel diatas.Sumber BBM atau kilang asal untuk wilayah VII ini berasal dari RU Balikpapan – Kalimantan.

#### 4.5 Kondisi Transportasi Laut Wilayah VII

Transportasi laut untuk distribusi BBM pada Wilayah VII saat ini dilayani dengan tipe kapal Small Tanker I dan Small Tanker II. Small Tanker I memiliki rentang *deadweight* antara : 1501 Ton – 3500 Ton, sedangkan tipe Small Tanker II memiliki rentang *deadweight*

antara 3501 Ton – 6500 Ton. Berikut pada tabel 4.4 merupakan daftar kapal yang aktif melakukan distribusi BBM pada Wilayah VII, yaitu:

Tabel 4.4 Data Kapal Eksisting di Wilayah VII

Daftar Kapal Eksisting				
No.	Nama Kapal	DWT (Ton)	Tipe Kapal	Status Kapal
1	ALICE XXV	4.814,00	Small Tanker II	Charter
2	ANGELIA 02	2.838,00	Small Tanker I	Charter
3	ANGELIA XVI	3.545,00	Small Tanker II	Charter
4	ANINDHITA 81	5.000,00	SPOB	Charter
5	DAMAI SEJAHTERA 8	3.300,00	Small Tanker I	Charter
6	GOLDEN PEARL XIV	6.715,00	General Puropose I	Charter
7	JASMINE	3.749,00	Small Tanker II	Charter
8	KARMILA	6.500,00	Small Tanker II	Milik
9	Makasar/Bau - bau	1.800,00	Small Tanker I	COA
10	Makasar/Bau - bau	5.200,00	Small Tanker II	COA
11	Makasar/Bau - bau	4.999,00	Small Tanker II	COA
12	Makasar/Bau - bau	2.500,00	Small Tanker I	COA
13	Makasar/Bau - bau	4.400,36	Small Tanker II	COA
14	MARGARET X	3.037,37	Small Tanker I	Charter
15	MENGGALA	3.500,00	Small Tanker I	Milik
16	MITRA KEMAKMURAN	3.002,00	Small Tanker I	Charter
17	SPOB. RATU YAMMANI	5.000,00	SPOB	Charter
18	SPOB. RATU ZULAIKHA	6.000,00	SPOB	Charter

Sumber: (SOS-Pertamina, Tonnage Balance, 2015)

Kapal – kapal pada tabel 4.5 merupakan kapal yang saat ini masih beroperasi di Wilayah VII, dimana dalam daftar kapal diatas terdapat dua status kapal yaitu kapal milik yang merupak kapal milik PT Pertamina sendiri dan kapal charter. Kapal – kapal pada tabel 4.5 tersebut jarang memiliki *load factor effective* 90%.



#### 4.6 Pola Operasi Distribusi BBM Wilayah VII

Wilayah VII memiliki 18 armada yang ditugaskan untuk melakukan distribusi BBM. Masing – masing armada tersebut memiliki rute dan pola operasi masing – masing. Rute dan pola operasi dari masing – masing kapal tersebut sebagai berikut:

Tabel 4.5 Rute dan Pola Operasi Eksisting

NAMA KAPAL	RUTE PELAYARAN	Frekuensi
GOLDEN PEARL XIV	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1
	Balikpapan - Donggala	2
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1
	Balikpapan - Donggala	2
	Balikpapan - Donggala	2
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1
	Balikpapan - Donggala - Pare Pare	3
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1
	Balikpapan - Donggala	2
	Balikpapan - Donggala	2
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1
	Balikpapan - Donggala	2
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1
	Balikpapan - Donggala	2
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1
	Balikpapan - Donggala	2
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1
	Balikpapan - Donggala	2
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1
	Balikpapan - Donggala - Pare Pare	3
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1
Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1	
Balikpapan - Donggala	2	
Balikpapan - Donggala - Toli Toli	1	
Balikpapan - Donggala	2	
KARMILA	Bau Bau - Pare Pare - Makassar	1
	Balikpapan - Makassar - Donggala	2
	Balikpapan - Pare Pare - Donggala	3

NAMA KAPAL	RUTE PELAYARAN	Frekuensi
	Balikpapan - Makassar - Pare Pare	4
	Balikpapan - Pare Pare - Makassar - Pare Pare	5
	Balikpapan - Pare Pare	6
	Balikpapan - Pare Pare	6
	Balikpapan - Pare Pare	6
	Balikpapan - Pare Pare	6
	Balikpapan - Pare Pare	6
	Balikpapan - Pare Pare	6
	Balikpapan - Pare Pare	6
	Balikpapan - Pare Pare	6
	Balikpapan - Pare Pare	6
	Balikpapan - Pare Pare	6
	Balikpapan - Pare Pare	6
<b>ALICE XXV</b>	Balikpapan - Pare Pare	1
	Balikpapan - Pare Pare	1
	Balikpapan - Pare Pare	1
	Makassar - Donggala	2
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala	3
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala	3
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala	3
	Balikpapan - Pare Pare	1
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala - Pare Pare	4
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala - Pare Pare	4
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	5
	Balikpapan - Pare Pare	1
	Bau Bau - Luwuk - Gorontalo	6
	Bau Bau - Pare Pare	7
	Bau Bau - Toli Toli - Donggala - Balikpapan	8
	Balikpapan - Donggala	9
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala	3
	Balikpapan - Donggala	9
	Balikpapan - Gorontalo - Bitung - Donggala	10
	Balikpapan - Gorontalo	11
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	5
	Balikpapan - Donggala	9
	Balikpapan - Bitung - Gorontalo - Donggala	9
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala	3
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala	3
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	5
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala	3
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala	3
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala	3
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	5
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala	3
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala	3
Balikpapan - Toli Toli - Donggala	3	
Balikpapan - Donggala - Toli Toli	5	
<b>Menggantikan Golden Pearl XIV</b>	Balikpapan - Toli Toli - Donggala	3
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala	3
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala	3
	Balikpapan - Donggala - Toli Toli	5

NAMA KAPAL	RUTE PELAYARAN	Frekuensi
	Balikpapan - Donggala	9
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala - Makassar	12
	Makassar - Donggala - Balikpapan	13
	Balikpapan - Toli Toli - Donggala	5
ANGELIA 02	Makassar - Palopo	1
	Balikpapan - Donggala - Bitung - Gorontalo	2
	Bau Bau - Luwuk - Kendari	3
	Bau Bau - Luwuk - Gorontalo	4
	Bitung - Luwuk	5
	Bau Bau - Gorontalo	6
	Luwuk - Banggai	7
	Bau Bau - Poso - Luwuk	8
	Bau Bau - Gotontalo - Luwuk	9
	Bau Bau - Poso - Moutong	10
	Bau Bau - Gotontalo	6
	Bau Bau - Gorontalo	6
	Bau Bau - Luwuk - Poso	11
	Bau Bau - Luwuk - Raha	12
	Bau Bau - Gorontalo	6
	Bitung - Moutong - Poso - Luwuk	13
	Bau Bau - Gorontalo	6
	Bau Bau - Gorontalo	6
	Bau Bau - Gorontalo - Luwuk	9
	Bau Bau - Kendari - Gorontalo	14
	Bau Bau - Moutong - Poso	15
	Bitung - Tahuna	16
	Bitung - Moutong - Poso	15
	Bitung - Tahuna - Luwuk - Banggai - Kolonedale	17
	Bitung - Gorontalo - Moutong - Poso - Bau Bau	18
	Bau Bau - Poso - Moutong	19
	Bitung - Tahuna - Luwuk - Banggai - Raha	20
	Bau Bau - Luwuk	21
	Bau Bau - Kendari - Luwuk - Banggai	22
	Bau Bau - Luwuk - Gorontalo	9
	Bau Bau - Luwuk - Gorontalo	9
	Bau Bau - Luwuk	21
	Bau Bau - Luwuk - Poso	11
	Bau Bau - Banggai - Luwuk	23
Bau Bau - Luwuk - Poso	11	
Bau Bau - Kendari - Banggai - Luwuk	24	
Bau Bau - Gorontalo	6	
Bau Bau - Gorontalo	6	
Bau Bau - Gorontalo	6	

<b>NAMA KAPAL</b>	<b>RUTE PELAYARAN</b>	<b>Frekuensi</b>
	Bau Bau - Gorontalo	6
	Bau Bau - Luwuk	21
	Bau Bau - Tahuna	16
<b>ANGELIA XVI</b>	Bitung - Poso - Moutong - Gorontalo	1
	Bitung - Tahuna - Luwuk - Kolonedale	2
	Bitung - Moutong - Poso	3
	Bitung - Tahuna - Banggai - Kolonedale	4
	Bitung - Poso - Moutong	5
	Bitung - Tahuna - Banggai - Kolonedale	4
	Bitung - Moutong - Poso - Gorontalo	6
	Bitung - Tahuna - Banggai - Luwuk	7
	Bitung - Poso - Moutong - Tahuna	8
	Bitung - Kolonedale - Banggai - Luwuk - Tahuna	9
	Bitung - Moutong - Poso	3
	Bitung - Tahuna - Raha - Kolonedale - Banggai	10
	Bitung - Tahuna - Moutong - Poso	11
	Bitung - Tahuna	12
	Bitung - Banggai - Kolonedale - Luwuk	13
	Bitung - Tahuna - Banggai - Luwuk - Kolonedale	14
	Bitung - Tahuna - Kolonedale - Banggai	15
	Bitung - Tahuna	12
	Bitung - Kolonedale - Luwuk - Moutong	16
	Bitung - Tahuna - Banggai - Luwuk - Kolonedale	14
	Bitung - Tahuna - Banggai - Luwuk	7
	Bitung - Tahuna - Luwuk - Banggai - Kolonedale - Moutong	17
	Balikpapan - Donggala - Pare Pare - Makassar - Kendari	18
	Bau Bau - Gorontalo	19
Bitung - Luwuk - Poso	20	
Bitung - Tahuna - Moutong - Poso	21	
Bitung - Kolonedale - Banggai - Luwuk	22	
Bitung - Moutong - Poso	23	
Bitung - Tahuna - Banggai	24	
<b>ANINDHITA 81</b>	Balikpapan - Donggala	1
	Balikpapan - Donggala	1
	Balikpapan - Pare Pare - Donggala	2
	Balikpapan - Pare Pare - Makassar	2
	Balikpapan - Pare Pare	3
	Balikpapan - Donggala	1
	Balikpapan - Pare Pare	3
	Balikpapan - Pare Pare - Donggala	2
	Balikpapan - Pare Pare	3
	Balikpapan - Pare Pare	3

NAMA KAPAL	RUTE PELAYARAN	Frekuensi
	Kotabaru - Pare Pare	3
	Bau Bau - Pare Pare - Donggala	2
	Kotabaru - Pare Pare	3
	Bau Bau - Pare Pare	3
<b>DAMAI SEJAHTERA 8</b>	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Gorontalo - Luwuk	2
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Kolonedale - Gorontalo	3
	Bau Bau - Poso - Moutong - Luwuk	4
	Bau Bau - Gorontalo - Kendari	5
	Bau Bau - Luwuk - Gorontalo	2
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Poso - Gorontalo	6
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Luwuk	7
	Bau Bau - Poso - Moutong	8
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Makassar - Luwuk - Gorontalo	9
	Bitung - Gorontalo - Luwuk	10
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Luwuk - Gorontalo - Luwuk	11
	Bau Bau - Luwuk - Bitung	12
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Luwuk - Gorontalo	10
	Bau Bau - Luwuk - Poso - Moutong	13
	Bau Bau - Gorontalo - Luwuk	10
	Bau Bau - Luwuk - Gorontalo	14
	Makassar - Gorontalo	15
	Bau Bau - Gorontalo	1
Bau Bau - Poso - Moutong	8	
Bau Bau - Poso - Moutong	8	
Bau Bau - Moutong - Poso	8	
Bau Bau - Gorontalo	1	
Bau Bau - Gorontalo	1	
Bau Bau - Banggai - Luwuk	16	

<b>NAMA KAPAL</b>	<b>RUTE PELAYARAN</b>	<b>Frekuensi</b>
	Bau Bau - Raha - Kendari - Gorontalo	17
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Gorontalo - Bitung	18
<b>JASMINE</b>	Bau Bau - Poso - Moutong	1
	Bitung - Tahuna - Luwuk - Bau Bau	2
	Bau Bau - Luwuk	3
	Bau Bau - Gorontalo	4
	Balikpapan - Gorontalo - Kendari	5
	Bau Bau - Palopo	6
	Bau Bau - Luwuk - Gorontalo	7
	Bau Bau - Luwuk	3
	Bitung - Luwuk - Gorontalo - Tahuna - Toli Toli	8
	Balikpapan - Pare Pare - Makassar - Gorontalo	9
	Bau Bau - Palopo	6
	Bau Bau - Poso - Moutong - Gorontalo	10
	Makassar - Poso - Moutong - Luwuk	11
	Bau Bau - Poso - Moutong	1
	Bau Bau - Gorontalo	4
	Bau Bau - Luwuk - Gorontalo	7
	Bitung - Luwuk - Gorontalo	12
	Bau Bau - Gorontalo - Luwuk	7
	Bau Bau - Banggai - Luwuk - Gorontalo	13
	Bau Bau - Luwuk - Gorontalo	7
	Bau Bau - Raha - Banggai - Poso - Moutong - Luwuk	14
	Luwuk - Gorontalo	15
	Bitung - Gorontalo - Moutong - Poso	16
	Bitung - Gorontalo - Poso	17
	Bitung - Tahuna - Luwuk - Banggai	18
	Bau Bau - Gorontalo	4
	Bau Bau - Gorontalo	4
	Bitung - Gorontalo	4
	Bitung - Gorontalo	4
	Bau Bau - Poso - Moutong	1
Bau Bau - Poso - Moutong	1	
Bitung - Poso - Luwuk - Tahuna	19	
Bitung - Poso - Luwuk	12	
Bau Bau - Gorontalo	4	
<b>Menggantikan Angelia 02</b>	Bau Bau - Luwuk	1
	Bau Bau - Palopo	2
	Bau Bau - Poso - Moutong - Luwuk	3
	Bau Bau - Luwuk - Kendari	4
	Bau Bau - Poso - Moutong	5
	Bitung - Luwuk - Tahuna	6

<b>NAMA KAPAL</b>	<b>RUTE PELAYARAN</b>	<b>Frekuensi</b>
	Toli Toli - Donggala	7
	Balikpapan - Bitung - Gorontalo	8
<b>MARGARET X</b>	Bau Bau - Gorontalo	9
	Bau Bau - Palopo - Kolaka	10
	Bau Bau - Poso - Moutong - Gorontalo	11
	Balikpapan - Makassar - Kendari	12
	Bau Bau - Poso - Luwuk	13
	Bau Bau - Banggai - Gorontalo	17
	Bau Bau - Poso - Moutong	5
	Bau Bau - Poso - Moutong - Luwuk	3
	Bau Bau - Pare Pare	14
	Bau Bau - Moutong - Gorontalo	15
	Bau Bau - Gorontalo	9
	Bau Bau - Gorontalo	9
	Bitung - Moutong - Poso - Luwuk	16
	Bau Bau - Luwuk - Kendari	4
	Makassar - Poso - Moutong	18
	Bau Bau - Poso - Moutong - Raha	19
	Bau Bau - Palopo - Kolaka	20
	Bau Bau - Poso - Moutong	21
	Bau Bau - Palopo	2
	Makassar - Raha	22
	Bau Bau - Kendari - Raha	23
	Bau Bau - Kendari	24
	Bau Bau - Kendari - Kolaka	25
	Bau Bau - Kendari - Makassar	26
	Bau Bau - Kolaka	27
	Bau Bau - Kolaka - Palopo	28
	Bau Bau - Raha - Kolaka	29
	Bau Bau - Kolaka - Palopo	30
	Bau Bau - Kendari	24
	Bau Bau - Kolaka	27
	Bau Bau - Kendari	24
	Makassar - Kolaka	27
	Bau Bau - Kendari	24
Bau Bau - Pare Pare	14	
Balikpapan - Bitung	31	
Bau Bau - Kendari	24	
Bau Bau - Kendari	24	
Bau Bau - Kendari	24	
Bau Bau Kendari	24	
<b>MENGGALA (Menggantikan Angelia XVI)</b>	Bau Bau - Tahuna - Poso - Banggai - Luwuk - Kolonedale	
	Bau Bau - Moutong - Poso	

<b>NAMA KAPAL</b>	<b>RUTE PELAYARAN</b>	<b>Frekuensi</b>
	Makassar - Gorontalo	
	Bitung - Tahuna - Banggai - Luwuk - Kolonedale	
	Bau Bau - Poso - Moutong	
	Bitung - Tahuna - Luwuk - Banggai - Kolonedale	
	Bau Bau - Gorontalo	
	Bitung - Tahuna - Moutong - Luwuk	
	Bitung - Tahuna - Banggai - Kolonedale - Luwuk	
<b>MITRA KEMAKMURAN</b>	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Luwuk	2
	Bau Bau - Poso - Luwuk	3
	Bau Bau - Gorontalo	1
	Bau Bau - Luwuk - Kolonedale	4
	Bau Bau - Luwuk	2
	Bau Bau - Luwuk - Gorontalo	5
	Bau Bau - Luwuk - Raha	6
	Bau Bau - Luwuk	2
	Bitung - Luwuk - Kendari	7
	Bau Bau - Gorontalo	1
<b>RATU YAMANI (SPOB)</b>	Balikpapan - Pare pare - Balikpapan	1
	Balikpapan - Pare pare - Balikpapan	1
	Balikpapan - Pare pare - Balikpapan	1
	Balikpapan - Pare pare - Balikpapan	1
	Balikpapan - Pare pare - Balikpapan	1
	Makasar - Balikpapan	2
	Balikpapan - Pare pare - Balikpapan	1
	Balikpapan - Pare pare - Balikpapan	1
	Balikpapan - Pare pare - Balikpapan	1
	Balikpapan - Makassar - Donggala - Balikpapan	3
	Balikpapan - Pare pare - Balikpapan	1
	Balikpapan - Pare pare - Balikpapan	1
	Balikpapan - Pare pare - Balikpapan	1
	Balikpapan - Pare pare - Balikpapan	1
	Balikpapan - Pare pare - Balikpapan	1
	Balikpapan - Pare pare - Balikpapan	1
	Balikpapan - Pare pare - Balikpapan	1
	Balikpapan - Pare pare - Balikpapan	1
	Balikpapan - Pare pare - Donggala - Balikpapan	4
	Balikpapan - Pare - Pare - Makasar - Balikpapan	5



<b>NAMA KAPAL</b>	<b>RUTE PELAYARAN</b>	<b>Frekuensi</b>
	Makasar - Bau bau - Palopo - Bau bau	6
	Bau bau - Gorontalo - Balikpapan	7
	Balikpapan - Donggala - Bau bau	8
	Bau bau - Pare pare - Balikpapan	9
	Balikpapan - Pare pare - Bau bau - Pare pare - Balikpapan	10
	Balikpapan - Pare pare - Bau bau	11
	Bau bau - Pare pare - Bau bau	12
	Bau bau - Pare pare - Bau bau	12
	Bau bau - Pare pare - Bau bau	12
<b>RATU ZULAIKHA (SPOB)</b>	Donggala - Balikpapan	1
	Pare Pare - Balikpapan	2
	Pare Pare - Balikpapan	2
	Pare Pare - Balikpapan	2
	Makassar - Bau Bau	3
	Pare Pare - Balikpapan	2
	Pare Pare - Balikpapan	2
	Pare Pare - Balikpapan	2
	Pare Pare - Balikpapan	2
<b>Makasar/Bau - bau (1800 Ton)</b>	Bau bau - Makasar - Bau bau	
	Bau bau - Makasar - Raha - Bau bau	
	Pare pare - Makasar - Pare pare	
	Bau bau - Pare pare	
	Palopo - Makasar - Pare pare	
<b>Makasar/Bau - bau (5200 Ton)</b>	Bau bau - Makasar - Bau bau	1
	Bau bau - Makasar - Bau bau	1
	Bau bau - Makasar - Bau bau	1
	Bau bau - Makasar - Bau bau	1
	Bau bau - Makasar - Bau bau	1
	Bau bau - Kolaka - Bau bau	2
	Bau bau - Palopo - Bau bau	3
	Bau bau - Kolonedale - Bau bau	4
	Bau bau - Makasar - Bau bau	1
	Bau bau - Makasar	5
<b>Makasar/Bau - bau (4999 Ton)</b>	Bau bau - Makasar - Bau bau	1
	Bau bau - Makasar - Bau bau	1
	Bau bau - Kolaka - Palopo - Bau bau	2
	Bau bau - Palopo - Kolaka - Makasar - Raha - Bau bau	3
	Bau bau - Kendari - Bau bau	4
	Bau bau - Kolonedale - Bau bau	5
	Bau bau - Kolaka - Makasar - Bau bau	6

<b>NAMA KAPAL</b>	<b>RUTE PELAYARAN</b>	<b>Frekuensi</b>
	Bau bau - Kolaka - Makasar - Bau bau	6
	Bau bau - Makasar - Bau bau	1
	Bau bau - Makasar - Bau bau	1
<b>Makasar/Bau - bau (2500 Ton)</b>	<b>Bau bau - Bau bau</b>	
<b>Makasar/Bau - bau (4400,36 Ton)</b>	Bau bau - Makasar - Bau bau	1
	Bau bau - Makasar - Bau bau	1
	Bau bau - Palopo - Makasar	2
	Makasar - Raha - Bau bau	3
	Bau bau - Kendari - Bau bau	4
	Bau bau - Kolonedale - Bau bau	5
	Bau bau - Kolonedale - Makasar	6
	Makasar - Bau bau - Makasar	7
	Bau bau - Makasar - Bau bau	1
	Bau bau - Makasar - Bau bau	1

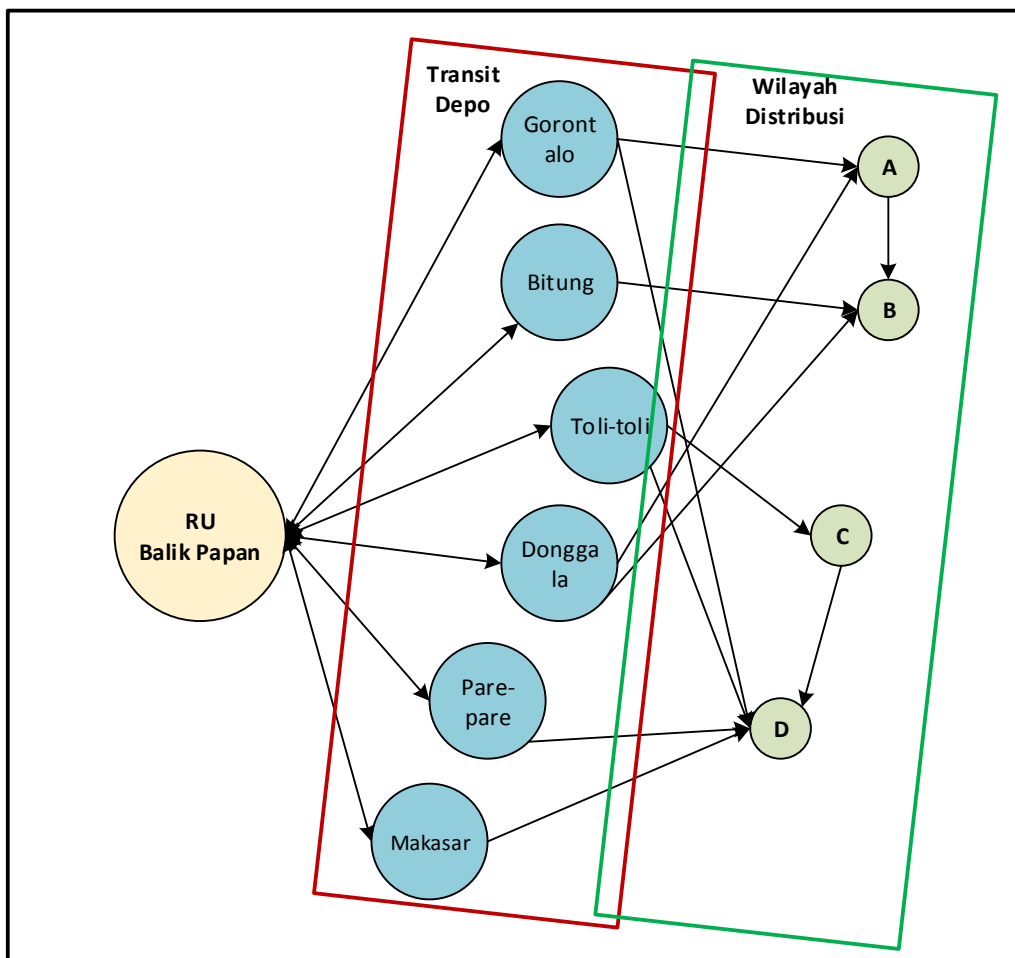
Sumber: (SOS-Pertamina, Tonnage Balance, 2015)

Rute dan pola operasi eksisting di Wilayah VII tergambar seperti pada tabel 4.4. Dalam tabel tersebut juga diketahui frekuensi pelayaran yang dilakukan oleh masing – masing kapal pada rute tertentu.

## BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Konsep Model Optimisasi Distribusi BBM

Konsep model optimisasi untuk perencanaan pola operasi untuk distribusi BBM pada Wilayah VII terlebih dahulu mengetahui kegiatan operasi distribusi BBM yang terjadi dilapangan, sehingga model yang didapat sesuai dengan keadaan nyata. Wilayah VII untuk distribusi BBM (Premium, Kerosene, dan Solar) berasal *Refinery Unit* Balikpapan. Pola operasi Distribusi BBM pada wilayah VII, secara gasi besar adalah sebagai berikut:



Gambar 5.1 Pola Operasi Distribusi BBM Wilayah VII

Pola operasi distribusi BBM pada Wilayah VII memiliki pola seperti pada Gambar 5.1. Wilayah VII memiliki transit depo sebanyak 6 pelabuhan, yaitu Bitung, Donggala, Gorontalo, Makasar, Pare-pare, dan Toli-toli. Transit poin merupakan pelabuhan penerima langsung dari RU Balikpapan. Untuk distribusi selanjutnya dimulai dari pelabuhan transit depo tersebut.

Selanjutnya, akan dilakukan perencanaan rute dan pola operasi distribusi BBM pada Wilayah VII. Model Optimisasi dalam penentuan rute dan pola operasi untuk distribusi BBM pada Wilayah VII dilakukan dengan pembagian Zona, yaitu Zona 1 dan Zona.

Model ini merupakan model optimisasi untuk menentukan kebutuhan jumlah kapal yang untuk distribusi BBM Wilayah VII. Pada pola operasi ini, demand BBM (Premium, Kerosene, dan Solar) pada masing – masing daerah dijumlahkan. Sehingga dalam model optimisasi ini tidak menghiraukan jenis BBM yang dikirim ( sudah diakumulasikan terlebih dahulu).

Model optimasi pada penelitian tugas akhir ini, memiliki inputan data sebagai berikut:

1. Alternatif kapal
2. Alternatif rute
3. Kompatibilitas kapal
4. Roundtrip days
5. Frekuensi by trip
6. *Variable cost*
7. Fix Cost

Pada model optimisasi ini memiliki kriteria yaitu setiap pelabuhan harus terlayani dan pendistribusi BBM akan dilakukan oleh kapal terpilih dengan minimum cost.

## 5.2 Model Matematis

Model matematis merupakan rumus yang digunakan saat melakukan perhitungan manual. Model matematis untuk model 1 adalah sebagai berikut:

No.	Rute			Demand (Ton)	Decision Variable			
	origin	Destination			k1	k2	...	k9
1	A	B		100				
2	A	C		100				
3	A	B	C	100				
4	B	C	D	60				
5	B	D		25				
6	C	B	D	65				
7	C	D		25				

No.	Rute		Total Biaya (x)				Muatan Terangkut (y)			
	origin	Destination	k1	k2	...	k9	k1	k2	...	k9
1	A	B								
2	A	C								
3	A	B	C							
4	B	C	D							
5	B	D								
6	C	B	D							
7	C	D								

- Minimize (Z)  $= \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^9 \frac{X_{ij}}{Y_{ij}}$  Persamaan 1

- Subject to:

$$A \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^9 y = 100 \quad \text{Persamaan 2}$$

$$\sum_{j=1}^9 y_{1j} \leq 100 \quad \text{Persamaan 3}$$

$$\sum_{j=1}^9 y_{2j} \leq 100 \quad \text{Persamaan 4}$$

$$\sum_{j=1}^9 y_{3j} \leq 100 \quad \text{Persamaan 5}$$

$$B \geq 1 \quad \text{Persamaan 6}$$

$$C \geq 1 \quad \text{Persamaan 7}$$

$$D = 1 \quad \text{Persamaan 8}$$

- Dimana:

X= Total Biaya (Rp)

Y= Muatan Terangkut (Ton)

i = Origin – Destination

j = Kapal ke-

- Variable Keputusan=

$K_{11}$  Penugasan kapal 1 dari A ke B

$K_{12}$  Penugasan kapal 2 dari A ke C

$K_{13}$  Penugasan kapal 3 dari A ke B-C

$K_{14}$  Penugasan kapal 4 dari B ke C-D

....

$K_{79}$  Penugasan kapal 4 dari C ke D

$K_{ij} = 1$ ; jika ditugaskan

$K_{ij} = 0$ ; jika tidak ditugaskan

Pada model matematis tersebut, terlihat bahwa setiap pelabuhan harus terkoneksi, dan jumlah *supply* dari A (sebagai RU) harus sama dengan jumlah cargo keseluruhan akan dikirimkan.

### 5.3 Perencanaan Armada

#### 5.3.1 Alternatif Kapal

Alternatif kapal berdasarkan historis kapal yang telah beroperasi di Wilayah VII. Pada Wilayah ini, kapal yang beroperasi dengan tipe kapal small tanker I, small tanker II, dan general purpose I. Dari kondisi tersebut, alternatif kapal juga dilakukan dalam range tipe kapal tersebut. Alternatif kapal dalam penelitian Tugas Akhir ini, yaitu:

Tabel 5.1 Alternatif Kapal 2-1

No.	Nama Kapal	Tipe Kapal	Status	DWT (Ton)	Payload (Ton)
1	Pungut (Kapal 1)	General Purpose I	Milik	15.514	12.694
2	Menggala (Kapal 2)	Small Tanker I	Milik	3.500	2.864
3	Karmila (Kapal 3)	Small Tanker II	Milik	6.500	5.319
4	Margareth X (Kapal 4)	Small Tanker I	Charter	3.037	2.486
5	Angelia 02 (Kapal 5)	Small Tanker I	Charter	1.932	1.581
6	Jasmine (Kapal 6)	Small Tanker II	Charter	3.749	3.068
7	Golden Pearl XIV (Kapal 7)	General Purpose I	Charter	6.715	5.495
8	Alice XXV (Kapal 8)	Small Tanker II	Charter	4.814	3.939
9	Angelia XVI (Kapal 9)	Small Tanker I	Charter	2.838	2.322

Tabel 5.2 Alternatif Kapal 2-2

No.	Nama Kapal	GT (Ton)	T (m)	Vs (Knot)	ME (kw)	AE (kw)
1	Pungut (Kapal 1)	11.864	7	13	6.160	650
2	Menggala (Kapal 2)	2.660	5	12	2.000	360
3	Karmila (Kapal 3)	4.731	6	10	3.500	355
4	Margareth X (Kapal 4)	2.996	4	11	4.000	1.680
5	Angelia 02 (Kapal 5)	2.682	5	11	2.600	540
6	Jasmine (Kapal 6)	1.953	5	7	3.300	1.500
7	Golden Pearl XIV (Kapal 7)	4.731	6	13	4.000	380
8	Alice XXV (Kapal 8)	2.950	6	12	4.000	1.650
9	Angelia XVI (Kapal 9)	2.682	5	12	2.600	300

Pada model ini, terdapat 9 kapal alternatif akan diinputkan dalam model optimasi. Untuk selanjutnya, dari 9 alternatif kapal tersebut akan disebut dengan Kapal 1, Kapal 2, sampai dengan kapal 9. Pemilihan alternatif kapal berdasarkan referensi kapal yang telah dioperasikan oleh PT Pertamina di Wilayah VII. Serta, berdasarkan kondisi pelabuhan yang akan dimasuki oleh kapal yaitu tipe small tanker I, small tanker II dan general purpose I. Dalam penentuan jumlah kapal yang akan ditugaskan, dalam model nantinya akan dilakukan untuk pembatasan jumlah kapal yang akan ditugaskan. Jumlah kapal sendiri didapat dari kapal – kapal yang sudah dioperasikan PT Pertamina. Berikut jumlah kapal yang memiliki ukuran sama atau hampir mendekati dengan alternatif, yaitu:

Tabel 5.3 Jumlah Kapal masing

No.	Alternatif Kapal	Tipe Kapal	Status Kapal	DWT (Ton)	Jumlah Kapal
1	Kapal 1	General Purpose I	Milik	15.514	7
2	Kapal 2	Small Tanker I	Milik	3.500	11
3	Kapal 3	Small Tanker II	Milik	6.500	13
4	Kapal 4	Small Tanker I	Charter	3.037	8
5	Kapal 5	Small Tanker I	Charter	1.932	7
6	Kapal 6	Small Tanker II	Charter	3.749	3
7	Kapal 7	General Purpose I	Charter	6.715	2
8	Kapal 8	Small Tanker II	Charter	4.814	5
9	Kapal 9	Small Tanker I	Charter	2.838	8

Jumlah kapal pada tabel 5.3 merupakan constraint dari model optimasi dalam penentuan jumlah kapal yang akan dioperasikan berdasarkan model.

### 5.3.2 Kompatibilitas Kapal

Kompatibilitas kapal yang dimaksud disini yaitu kapal dapat memasuki daerah pelabuhan yang disesuaikan dengan sarat kapal dan kedalaman pelabuhan. Syarat perbandingan sarat kapal dan kedalaman kapal yaitu  $\pm 1$  meter. Sehingga, dapat diketahui kriteria sarat kapal dari masing – masing pelabuhan adalah sebagai berikut:

Tabel 5.4 Kriteria Masing – Masing Pelabuhan

No.	Nama Pelabuhan	LWS (M)	Kriteria Max. Sarat (M)
1	Banggai	8	7
2	Bau - Bau	9	8
3	Bitung	8	7

No.	Nama Pelabuhan	LWS (M)	Kriteria Max. Sarat (M)
4	Donggala	10	9
5	Gorontalo	11	10
6	kendari	10	9
7	Kolaka	8	7
8	Kolonedale	10	9
9	Luwuk	10	9
10	Makasar	11	10
11	Moutung	10	9
12	Palopo	12	11
13	Pare - Pare	9	8
14	Poso	10	9
15	Raha	10	9
16	Tahuna	10	9
17	Toli - Toli	12	11
18	Balikpapan	12	11

Pada tabel 5.4 menunjukkan syarat atau kriteria sarat kapal yang dapat memasuki tiap – tiap pelabuhan di Wilayah VII. Dengan kriteria tersebut, dapat diketahui kompatibilitas dari masing – masing alternatif kapal disetiap pelabuhan Wilayah VII yang ditunjukkan pada tabel 5.5 berikut ini:

Tabel 5.5 Kompatibilitas Kapal

No.	Nama Pelabuhan	Kompatibilitas Kapal								
		Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
1	Banggai	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Bau - Bau	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Bitung	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Donggala	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	Gorontalo	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	kendari	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Kolaka	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	Kolonedale	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	Luwuk	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	Makasar	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	Moutung	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	Palopo	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	Pare - Pare	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	Poso	1	1	1	1	1	1	1	1	1

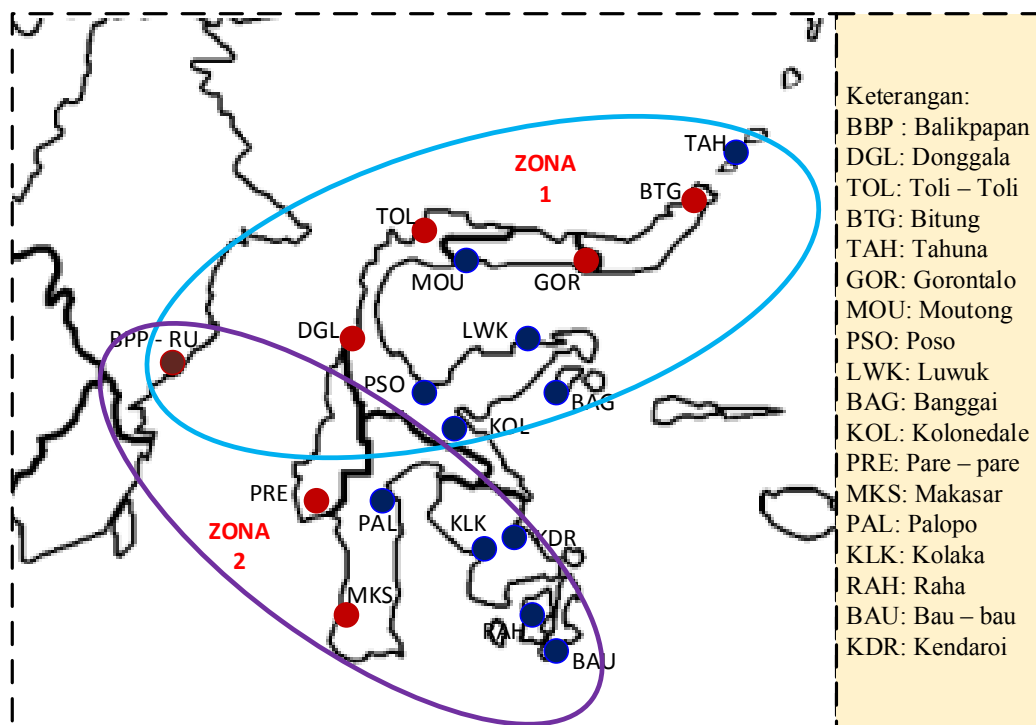


No.	Nama Pelabuhan	Kompatibilitas Kapal								
		Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
15	Raha	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	Tahuna	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	Toli - Toli	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	Balikpapan	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabel 5.5 menunjukkan kompatibilitas dari masing – masing alternatif kapal pada tiap – tiap pelabuhan yang akan dikunjungi. Nilai 1 menunjukkan bahwa seluruh alternatif kapal kompatibel terhadap semua pelabuhan di Wilayah VII.

### 5.4 Perencanaan Rute

Distribusi BBM pada Wilayah VII (Pulau Sulawesi) dibagi menjadi 2 Zona, yaitu Zona 1 dan Zona 2. Zona 1 merupakan wilayah distribusi bagian utara dimana zona 1 ini memiliki 4 pilihan transit depo yaitu Donggala, Toli, Bitung dan Gorontalo. Sedangkan, Zona 2 merupakan yang memiliki 2 transit depo yaitu Pare – Pare dan Makasar. Pembagian Zona ditunjukkan pada peta berikut ini:



Gambar 5.2 Peta Pembagian Zona 1 dan Zona 2

### 5.4.1 Zona 1

Zona 1 merupakan wilayah Pulau Sulawesi bagian utara. Wilayah cakupan Zona 1 diantaranya: Donggala, Toli, Bitung, Gorontalo, Tahuna, Moutung, Poso, Luwuk, Banggai dan Kolonadale. Pemilihan wilayah Zona 1 berdasarkan historis distribusi BBM yang sudah dilakukan oleh PT Pertamina. Alternatif rute untuk Zona 1 seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 5.6 Alternatif Rute Zona 1

RUTE ZONA 1							JARAK (Nm) - RTD	DEMAND (Ton)
1	BPP	DGL				BPP	360	1.369.787
2	BPP	TOL				BPP	566	1.369.787
3	BPP	BTG				BPP	1340	1.369.787
4	BPP	GOR				BPP	1550	1.369.787
5	BPP	DGL	TOL			BPP	642	1.369.787
6	BPP	DGL	BTG			BPP	1332	1.369.787
7	BPP	DGL	GOR			BPP	1587	1.369.787
8	BPP	TOL	BTG			BPP	1303	1.369.787
9	BPP	TOL	GOR			BPP	1598	1.369.787
10	BPP	BTG	GOR			BPP	1627	1.369.787
11	BPP	DGL	TOL	BTG		BPP	1379	1.369.787
12	BPP	DGL	TOL	GOR		BPP	1674	1.369.787
13	BPP	TOL	BTG	GOR		BPP	1590	1.369.787
14	BPP	DGL	BTG	GOR		BPP	1619	1.369.787
15	BPP	DGL	TOL	BTG	GOR	BPP	1666	1.369.787
16	DGL	TOL	BTG			DGL	1199	618.234
17	DGL	TOL	TAH			DGL	986	101.615
18	DGL	TOL	GOR			DGL	1351	254.312
19	DGL	TOL	BTG	TAH		DGL	1168	645.893
20	DGL	TOL	BTG	GOR		DGL	1343	798.590
21	DGL	TOL	TAH	BTG		DGL	1143	645.893
22	DGL	TOL	TAH	GOR		DGL	1477	281.971
23	DGL	TOL	GOR	LWK		DGL	3194	365.984
24	DGL	BTG	TAH			DGL	1121	571.937
25	DGL	BTG	GOR			DGL	1296	724.634
26	DGL	BTG	TAH	GOR		DGL	1612	752.293
27	DGL	BTG	GOR	LWK		DGL	1662	836.306
28	DGL	GOR	LWK			DGL	1630	292.028
29	DGL	TAH	BTG			DGL	1121	571.937
30	DGL	TAH	GOR			DGL	1455	208.015
31	DGL	TAH	LWK			DGL	1721	139.331
32	DGL	TAH	BTG	LWK		DGL	1721	683.608
33	DGL	TAH	BTG	GOR		DGL	1453	752.293
34	DGL	TAH	GOR	LWK		DGL	1821	319.687

RUTE ZONA 1						JARAK (Nm) - RTD	DEMAND (Ton)
35	TOL	BTG	TAH		TOL	832	571.937
36	TOL	BTG	GOR		TOL	1072	724.634
37	TOL	BTG	MOU		TOL	1175	582.284
38	TOL	TAH	BTG		TOL	832	571.937
39	TOL	TAH	GOR		TOL	1206	208.015
40	TOL	TAH	MOU		TOL	1206	65.665
41	TOL	GOR	MOU		TOL	1268	218.362
42	TOL	GOR	PSO		TOL	1384	239.692
43	TOL	GOR	LWK		TOL	1181	292.028
44	TOL	GOR	BAG		TOL	1297	198.696
45	TOL	GOR	KOL		TOL	1303	226.604
46	TOL	BTG	TAH	GOR	TOL	1388	752.293
47	TOL	BTG	TAH	BAG	TOL	1679	590.276
48	TOL	BTG	TAH	LWK	TOL	1389	683.608
49	TOL	BTG	GOR	MOU	TOL	1413	762.640
50	TOL	BTG	GOR	PSO	TOL	1376	783.970
51	TOL	BTG	GOR	LWK	TOL	1173	836.306
52	TOL	BTG	GOR	BAG	TOL	1295	742.974
53	TOL	BTG	GOR	KOL	TOL	1295	770.882
54	TOL	BTG	MOU	PSO	TOL	1479	641.619
55	TOL	BTG	MOU	LWK	TOL	1276	693.956
56	TOL	BTG	MOU	BAG	TOL	1419	600.623
57	TOL	BTG	MOU	KOL	TOL	1372	628.531
58	TOL	TAH	BTG	GOR	TOL	1204	752.293
59	TOL	TAH	BTG	BAG	TOL	1207	590.276
60	TOL	GOR	MOU	PSO	TOL	1572	277.698
61	TOL	GOR	MOU	LWK	TOL	1369	330.034
62	TOL	GOR	MOU	BAG	TOL	1512	236.702
63	TOL	GOR	MOU	KOL	TOL	1465	264.610
64	BTG	TAH	GOR		BTG	680	208.015
65	BTG	TAH	BAG		BTG	1040	45.998
66	BTG	GOR	MOU		BTG	655	218.362
67	BTG	GOR	PSO		BTG	720	239.692
68	BTG	GOR	LWK		BTG	534	292.028
69	BTG	GOR	BAG		BTG	650	198.696
70	BTG	GOR	KOL		BTG	773	226.604
71	BTG	BAG	KOL		BTG	693	64.587
72	BTG	TAH	GOR	MOU	BTG	971	246.021
73	BTG	TAH	GOR	PSO	BTG	1036	267.351
74	BTG	TAH	GOR	LWK	BTG	850	319.687
75	BTG	TAH	GOR	BAG	BTG	966	226.355
76	BTG	TAH	GOR	KOL	BTG	1089	254.263
77	BTG	TAH	BAG	LWK	BTG	1090	157.670

RUTE ZONA 1							JARAK (Nm) - RTD	DEMAND (Ton)
78	BTG	TAH	BAG	KOL		BTG	1297	92.245
79	BTG	GOR	MOU	PSO		BTG	908	277.698
80	BTG	GOR	MOU	LWK		BTG	722	330.034
81	BTG	GOR	MOU	BAG		BTG	865	236.702
82	BTG	GOR	MOU	KOL		BTG	935	264.610
83	BTG	GOR	LWK	BAG		BTG	584	310.368
84	BTG	GOR	LWK	KOL		BTG	701	338.276
85	BTG	GOR	BAG	KOL		BTG	817	244.943
86	GOR	MOU	PSO			GOR	526	97.341
87	GOR	MOU	LWK			GOR	456	149.678
88	GOR	MOU	BAG			GOR	715	56.345
89	GOR	MOU	KOL			GOR	674	84.253
90	GOR	PSO	LWK			GOR	556	171.007
91	GOR	PSO	BAG			GOR	672	77.675
92	GOR	PSO	KOL			GOR	678	105.583
93	GOR	LWK	PSO			GOR	556	171.007
94	GOR	LWK	BAG			GOR	434	130.011
95	GOR	BAG	KOL			GOR	646	64.587
96	GOR	MOU	PSO	LWK		GOR	744	209.013
97	GOR	MOU	LWK	BAG		GOR	622	168.017
98	GOR	MOU	LWK	PSO		GOR	744	209.013
99	GOR	PSO	LWK	BAG		GOR	722	189.347
100	GOR	PSO	LWK	KOL		GOR	728	217.255
101	GOR	LWK	BAG	KOL		GOR	580	176.259

Pada tabel 5.6 merupakan alternatif rute yang akan dimasukkan kedalam model optimasi. Alternatif rute pada Zona 1 memiliki 101 alternatif rute, dimana 15 diantaranya merupakan alternatif rute untuk memilih transit depo. Pengiriman BBM dari Balikpapan (RU) hanya sampai dengan transit depo. Transit depo pada Zona ini yaitu Donggala, Toli-toli, Bitung dan Gorontalo. Pada model optimasi selanjutnya akan dipilih transit depo yang optimum serta daerah distribusi yang akan dilayani oleh transit depo yang terpilih.

#### 5.4.2 Zona 2

Zona 2 merupakan Wilayah Pulau Sulawesi bagian Selatan. Wilayah ini mencakup Pare-pare, Makasar, Palopo, Kolaka, Raha, Bau-bau, dan Kendari. Alternatif rute untuk Zona 2 seperti pada tabel Berikut:

Tabel 5.7 Alternatif Rute Zona 2

No.	RUTE ZONA 2	JARAK (Nm) - RTD	DEMAND (Ton)/
-----	-------------	------------------	---------------

No.	RUTE ZONA 2					JARAK (Nm) - RTD	DEMAND (Ton)/
1	BPP	PRE			BPP	490	1.747.816
2	BPP	MKS			BPP	580	1.747.816
3	BPP	PRE	MKS		BPP	663	1.747.816
4	PRE	MKS	PAL		PRE	863	929.385
5	PRE	MKS	KLK		PRE	668	840.898
6	PRE	MKS	RAH		PRE	725	800.280
7	PRE	MKS	BAU		PRE	717	850.517
8	PRE	MKS	KDR		PRE	1067	981.866
9	PRE	BAU	KDR		PRE	1055	335.403
10	PRE	BAU	RAH		PRE	730	153.818
11	PRE	RAH	KLK		PRE	732	144.199
12	PRE	RAH	PAL		PRE	1077	232.686
13	PRE	RAH	KDR		PRE	938	285.166
14	PRE	MKS	PAL	KLK	PRE	828	1.021.793
15	PRE	MKS	PAL	RAH	PRE	1106	981.175
16	PRE	MKS	PAL	BAU	PRE	1011	1.031.413
17	PRE	MKS	PAL	KDR	PRE	1365	1.162.761
18	PRE	MKS	KLK	RAH	PRE	860	892.689
19	PRE	MKS	KLK	BAU	PRE	963	942.926
20	PRE	MKS	KLK	KDR	PRE	1419	1.074.274
21	PRE	MKS	RAH	BAU	PRE	775	902.308
22	PRE	RAH	BAU	KDR	PRE	1105	387.194
23	PRE	RAH	KLK	PAL	PRE	991	325.094
24	MKS	PAL	PRE		MKS	863	519.724
25	MKS	PAL	KLK		MKS	700	273.303
26	MKS	PAL	RAH		MKS	895	232.686
27	MKS	PAL	BAU		MKS	792	282.923
28	MKS	PAL	KDR		MKS	1134	414.271
29	MKS	KLK	RAH		MKS	697	144.199
30	MKS	KLK	BAU		MKS	684	194.436
31	MKS	KLK	KDR		MKS	1188	325.784
32	MKS	KLK	PAL		MKS	700	273.303
33	MKS	RAH	BAU		MKS	556	153.818
34	MKS	RAH	KLK		MKS	649	144.199
35	MKS	RAH	PAL		MKS	895	232.686
36	MKS	RAH	KDR		MKS	752	285.166
37	MKS	PAL	KLK	RAH	MKS	809	325.094
38	MKS	PAL	KLK	BAU	MKS	844	375.331
39	MKS	PAL	RAH	BAU	MKS	937	334.713
40	MKS	PAL	RAH	KDR	MKS	1133	466.061
41	MKS	PAL	BAU	RAH	MKS	965	334.713

No.	RUTE ZONA 2					JARAK (Nm) - RTD	DEMAND (Ton)/
42	MKS	PAL	BAU	KDR	MKS	1155	516.298
43	MKS	PAL	BAU	KLK	MKS	978	375.331
44	MKS	KLK	RAH	BAU	MKS	691	246.226
45	MKS	KLK	RAH	KDR	MKS	887	377.574
46	MKS	KLK	BAU	KDR	MKS	1047	427.812
47	MKS	RAH	KLK	PAL	MKS	1007	325.094
48	MKS	RAH	BAU	KDR	MKS	919	387.194
49	MKS	BAU	RAH	KLK	MKS	691	246.226
50	MKS	BAU	RAH	PAL	MKS	937	334.713
51	MKS	BAU	KLK	PAL	MKS	844	375.331

Alternatif rute pada zona terdiri dari 51 alternatif rute. Dalam alternatif rute ini terdapat 3 pilihan alternatif rute dalam pemilihan transit depo. Transit depo untuk zona ini yaitu Parepare dan Makasar. Pilihan alternatif rute sendiri terdiri dari port – port dan multiport.

## 5.5 Perencanaan Pola Operasi

### 5.5.1 Rountrip Days

Rountrip Days merupakan lama kegiatan kapal dalam melakukan satu kali distribusi BBM. Roundtrip Days = Seatimes (Days) + Port Times (Days)

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

$$\text{Seatimes} = (S/Vs)/24 \text{ Day}$$

Keterangan:

S : Jarak pelayaran

Vs : Kecepatan Kapal

- Port Time merupakan atau waktu kapal berada di Pelabuhan terdiri dari beberapa komponen waktu, diantaranya:
  - Waktu *loading*

Waktu *loading* yaitu waktuyang dibutuhkan oleh kapal selama melakukan kegiatan muat kedalam ruang muat kapal. waktu muat ditentukan oleh produktivitas alat muat.

- Waktu Discharges

Tidak berbeda dengan waktu loading, waktu bongkar atau proses discharge muatan juga menentukan seberapa lama kapal akan berada didalam pelabuhan.

- Idle Time

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

Dalam hal ini, masing – masing Pelabuhan pada Wilayah VII memiliki produktivitas Bongkar – Muat yaitu masing – masing 300 Ton/Jam (SOS-Pertamina, Port Information, 2015).

Berikut contoh perhitungan port time, seatime dan RTD:

Tabel 5.8 Perhitungan RTD (Days)

No.	Rute			Jarak (Nm)	Seatime (Days)	Port Time (Days)	RTD (Dyas)
1	BPP	DGL	BPP	360	4	2	6
2	BPP	BTG	BPP	1340	4	5	9
3	BPP	GOR	BPP	1550	4	5	9

Roundtrip days merupakan akumulasi waktu yang dibutuhkan kapal untuk melakukan pengiriman cargo dari titik asal sampai kapal kembali lagi ke titik *asal (Origin – Destination – Origin)*.

### 5.5.2 Frekuensi by Trip

Frekuensi by trip yaitu frekuensi kapal dapat melakukan operasi selama *commission days*. Operasi yang dimaksud disini yaitu kegiatan kapal berlayar dari origin hingga kembali lagi ke origin (RTD).

Frekuensi by trip dapat dirumuskan sebagai berikut:

- $Frekuensi\ by\ trip = \frac{commission\ days}{RTD}$

Dalam Penelitian ini, *commission days* (hari aktif kapal) yaitu 335 hari. Masing-masing kapal memiliki hari off selama 30 hari.

Tabel 5.9 Perhitungan Frekuensi by trip

No.	Rute			Jarak (Nm)	RTD (Dyas)	Com. Days	Frekuensi
1	BPP	DGL	BPP	360	6	335	56
2	BPP	BTG	BPP	1340	9	335	37
3	BPP	GOR	BPP	1550	9	335	37

Dari perhitungan pada tabel 5.9 dapat diketahui kemampuan dari masing – masing kapal dalam melakukan pengiriman kargo dalam setahun (frekuensi).

## 5.6 Analisis Biaya

### 5.6.1 Variable Cost

*Variable cost* yaitu biaya kapal yang ditimbulkan akibat adanya muatan. *Variable cost* memiliki beberapa komponen biaya didalamnya seperti: biaya bongkar muat, biaya konsumsi bahan bakar dan biaya pelabuhan. Dalam kegiatan distribusi penelitian ini, biaya bongkar muatan tidak ada karena fasilitas yang digunakan yaitu milik PT Pertamina sendiri.

- *Fuel cost*

*Fuel cost* atau biaya bahan bakar terdiri dari biaya bahan bakar *Main Engine* (ME), *Auxiliary Engine* (AE) serta konsumsi bahan bakar selama dipelabuhan.

- Konsumsi BBM ME =  $SFR \times MCR \times S/Vs \times (1 + \text{margin})$
- Konsumsi BBM AE =  $\text{Konsumsi ME} \times \text{Coef. DO}$
- Konsumsi BBM di Pelabuhan =  $(\text{Konsumsi AE}/\text{Seatime}) \times \text{Port Time}$

Keterangan:

- SFR = 0,000185 Ton/Kw Hr
- Coef. DO = 0,15
- Margin = 10

Harga BBM sendiri yaitu:

Tabel 5.10 Harga BBM

Bunker Price		
MDO	10.794.393	Rp/Ton
MFO	6.867.535	Rp/Ton

Sumber: (PT.Pertamina, 2015)

- Port Charges

Biaya pelabuhan terdiri dari biaya tambat, biaya labuh, biaya pandu dan biaya tunda. Pada setiap pelabuhan memiliki tarif yang berbeda. Berikut tarif masing-masing pelabuhan:



Tabel 5.11 Tarif Pelabuhan Balikpapan

Pelabuhan	Jenis Jasa	Tarif	Keterangan
Balikpapan	<b>Jasa labuh (kapal Niaga)</b>	Rp1.085,36	Per GT/Kunjungan
	<b>Jasa Tambat</b>	Rp50,00	Per GT/Etmal
	<b>Jasa Tunda</b>		
	Kapal s.d 2000 GT		
	tarif Tetap:	Rp135.000,00	Per Kapal yang ditunda/jam
	tarif Variable:	Rp2,25	Per GT perkapal yang ditunda/jam
	2001 GT s.d 3500 GT		
	tarif Tetap:	Rp135.000,00	Per Kapal yang ditunda/jam
	tarif Variable:	Rp2,25	Per GT perkapal yang ditunda/jam
	3501 GT s.d 8000 GT		
	tarif Tetap:	Rp337.500,00	Per Kapal yang ditunda/jam
	tarif Variable:	Rp2,25	Per GT perkapal yang ditunda/jam
	8001 GT s.d 14000 GT		
	tarif Tetap:	Rp534.375,00	Per Kapal yang ditunda/jam
	tarif Variable:	Rp2,25	Per GT perkapal yang ditunda/jam
	14001 GTB s.d 18000 GT		
	tarif Tetap:	Rp703.125,00	Per Kapal yang ditunda/jam
	tarif Variable:	2	Per GT perkapal yang ditunda/jam
	18001 GT s.d 23000 GT		
	tarif Tetap:	1.125.000	Per Kapal yang ditunda/jam
tarif Variable:	Rp2,25	Per GT perkapal yang ditunda/jam	
<b>Jasa Pandu</b>			
tarif Tetap:	Rp91.406,25	Per kapal per gerakan	
tarif Variable:	Rp39,38	Per GT per kapal pergerakan	

Tabel 5.12 Tarif Pelabuhan Wilayah VII

Pelabuhan	Jenis Jasa	Tarif	Keterangan
Wilayah VII	<b>Jasa labuh (kapal Niaga)</b>	Rp46,00	Per GT/Kunjungan
	<b>Jasa Tambat</b>	Rp92,84	Per GT/Etmal
	<b>Jasa Pandu</b>		
	tarif Tetap:	Rp67,27	Per kapal per gerakan
	tarif Variable:	Rp20,64	Per GT per kapal pergerakan
	<b>Jasa Tunda</b>		
	Kapal s.d 2000 GT		
	tarif Tetap:	Rp144.000,00	Per Kapal yang ditunda/jam
	tarif Variable:	Rp10,00	Per GT perkapal yang ditunda/jam
	2001 GT s.d 3500 GT		
tarif Tetap:	Rp360.000,00	Per Kapal yang ditunda/jam	

<b>Pelabuhan</b>	<b>Jenis Jasa</b>	<b>Tarif</b>	<b>Keterangan</b>
	tarif Variable:	Rp10,00	Per GT perkapal yang ditunda/jam
	3501 GT s.d 8000 GT		
	tarif Tetap:	Rp144.000,00	Per Kapal yang ditunda/jam
	tarif Variable:	Rp10,00	Per GT perkapal yang ditunda/jam
	8001 GT s.d 14000 GT		
	tarif Tetap:	Rp360.000,00	Per Kapal yang ditunda/jam
	tarif Variable:	Rp10,00	Per GT perkapal yang ditunda/jam
	14001 GTB s.d 18000 GT		
	tarif Tetap:	Rp144.000,00	Per Kapal yang ditunda/jam
	tarif Variable:	Rp10,00	Per GT perkapal yang ditunda/jam
	18001 GT s.d 23000 GT		
	tarif Tetap:	Rp360.000,00	Per Kapal yang ditunda/jam
	tarif Variable:	Rp10,00	Per GT perkapal yang ditunda/jam

Dari harga tarif dari masing pelabuhan sebagaimana telah ditunjukkan pada Tabel 5.11 dan Tabel 5.12, maka dapat dilakukan perhitungan tarif untuk masing – masing kapal pada tiap-tiap pelabuhan adalah sebagai berikut:

Tabel 5.13 Tarif Pelabuhan

Kapal	Port Cahrges (Rp)	
	Balikkpapan	Wilayah VII
Kapal 1	15.282.261	1.673.533
Kapal 2	3.694.068	489.195
Kapal 3	6.588.169	784.978
Kapal 4	3.248.458	443.653
Kapal 5	3.849.677	505.099
Kapal 6	3.934.555	702.171
Kapal 7	6.795.648	972.738
Kapal 8	4.961.342	799.272
Kapal 9	3.055.125	619.006

Pada Tabel 5.13 merupakan tarif pelabuhan pada masing - masing kapal untuk setiap pelabuhan yang akan dikunjungi. Perhitungan tarif pelabuhan pada tabel diatas merupakan tarif pelabuhan setiap kapal per roundtri days.

- Cargo Handling Cost

Dalam tugas ini, biaya bongkar muat hanya ada pada saat di Pelabuhan asal dan pelabuhan yang dijadikan sebagai pelabuhan transshipment. Jadi, biaya yang timbul hanya biaya muat saja. Hal ini dikarenakan saat kapal melakukan muat ke dalam ruang muat kapal menggunakan alat bongkar muat yang disediakan oleh

pihak pelabuhan. Sedangkan, pada saat di pelabuhan tujuan saat melakukan melakukan bongkar menggunakan alat bongkar muat kapal itu sendiri. Biaya untuk melakukan aktivitas muat yaitu Rp. 30.000 /ton. Dengan demikian, dapat ditentukan bahwa rumus biaya muat yaitu:

$$\text{Biaya muat} = \text{Total demand} \times \text{biaya muat /ton}$$

### 5.6.2 Fix Cost

*Fix cost* adalah biaya yang muncul karena kapal itu ada. Dalam penelitian ini, terdapat dua kepemilikan kapal, yaitu kapal charter dan kapal milik. *Fix cost* untuk kapal charter hanya terdiri dari biaya charter kapal dalam setahun. Sedangkan biaya kapal milik, terdiri dari komponen biaya seperti asuransi kapal serta perawatan kapal selama setahun dimana perusahaan sudah melakukan rencana anggarannya. Alternatif kapal dimodel optimisasi ini terdapat 9 alternatif kapal, 3 diantaranya merupakan kapal milik. pada tabel berikut ini adalah rincian dari *fix cost* dari masing – masing kepemilikan kapal.

Tabel 5.14 Biaya Kapal Milik – Alternatif Kapal

No	Komponen Biaya	Nama Kapal		
		Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3
		15.514 Ton	3.500 Ton	6.500 Ton
1	Lub. Oil (Rp)	37.118.488	8.381.000	15.557.000
2	Docking (Rp)	301.972.496	68.132.000	126.524.000
3	Maintenance & Material (Rp)	355.962.216	80.313.000	149.145.000
4	Crew & Staff (Rp)	165.689.708	38.077.000	69.943.000
5	Others (Rp)	8.440.016	1.904.160	3.536.220
6	Overheads (Rp)	1.221.867.926	275.657.300	511.934.300
7	Insurance (Rp)	248.203.262	62.190.500	108.639.500
8	Capital Cost (Rp)	148.114.288.015	27.843.540.228	40.270.389.466

Sumber: (SOS-Pertamina, Biaya Kapal Milik, 2015)

Pada tabel 5.14 untuk poin 1 sampai 7 merupakan biaya untuk pengeluaran perawatan kapal setiap tahun. Sedangkan poin 9 merupakan *capital cost* yang didapatkan dengan melakukan regresi dengan pendekatan DWT dan tahun pembuatan kapal. Sehingga komponen biaya untuk poin 1 sampai 7 akan dibandingkan dengan biaya *charter*.

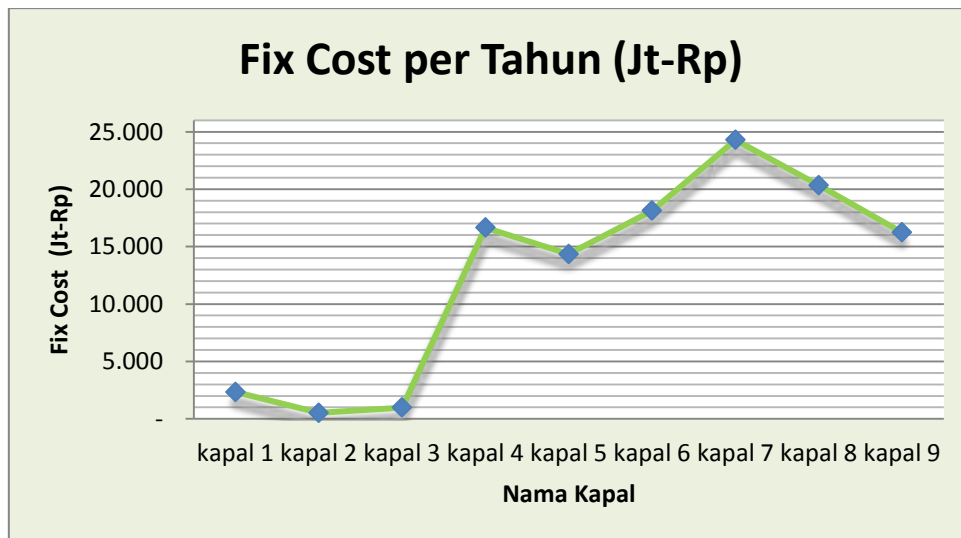
Tabel 5.15 Time Charter Hire – Alternatif Kapal

No.	Nama Kapal	DWT (Ton)	Charter Rate/Tahun (Jt-Rp)
1	Margareth X	3.037	16.656
2	Angelia 02	1.932	20.733

No.	Nama Kapal	DWT (Ton)	Charter Rate/Tahun (Jt-Rp)
3	Jasmine	3.749	18.134
4	Golden Pearl XIV	6.715	24.296
5	Alice XXV	4.814	20.347
6	Angelia XVI	2.838	16.242

Sumber: (SOS-Pertamina, Time Charter Hire, 2015)

Pada tabel 5.14 dan tabel 5.15 merupakan *fix cost* atau biaya tetap yang selama pengoperasian kapal selama setahun.



Gambar 5.3 Fix Cost per Tahun (Jt-Rp)

Pada grafik diatas (gambar 5.3) menunjukkan bahwa kapal milik memiliki *fix cost* lebih rendah dari pada kapal *charter*.

## 5.7 Model Optimasi

### 5.7.1 Pembuatan Model Optimasi

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

*Running* model, alternatif dari zona 1 akan dilakukan 3 kali proses *running*. Dalam hal ini, bertujuan untuk melakukan perbandingan dari masing-masing transit depo yang terpilih

dalam model. Untuk zona 2 sendiri langsung dilakukan proses *running* satu kali. Selanjutnya pada masing – masing Zona yaitu Zona 1 dan Zona 2 dilakukan 3 skenario. Skenario tersebut yaitu:

1. Skenario 1

Skenario 1 yaitu pada masing – masing zona dilakukan *running* dengan membatasi jumlah kapal dalam *running* model yaitu jumlah kapal yang tersedia akan dibagi rata pada masing – masing zona.

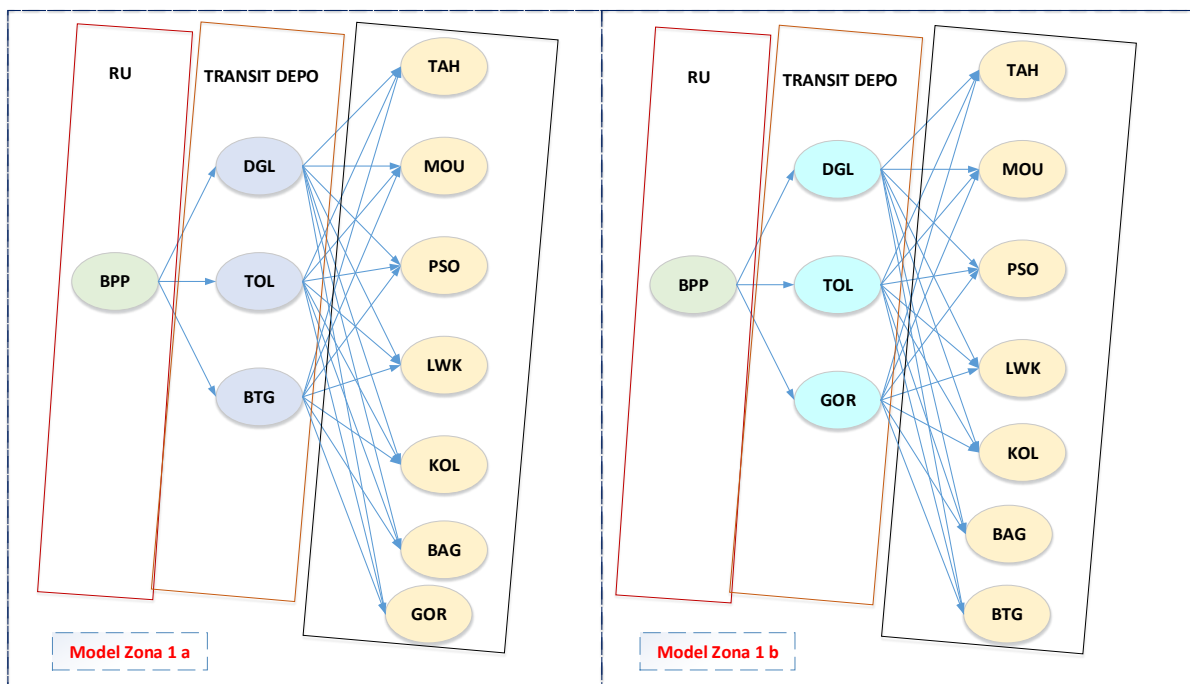
2. Skenario 2

Skenario 2 sama halnya dengan skenario 1, akan dilakukan pembatasan jumlah kapal pada proses *running* model, dimana dalam hal ini jumlah kapal untuk proses *running* pada zona 1 ada jumlah penuh, dan pada zona 2 adalah sisa jumlah kapal dari hasil *running* model zona 1.

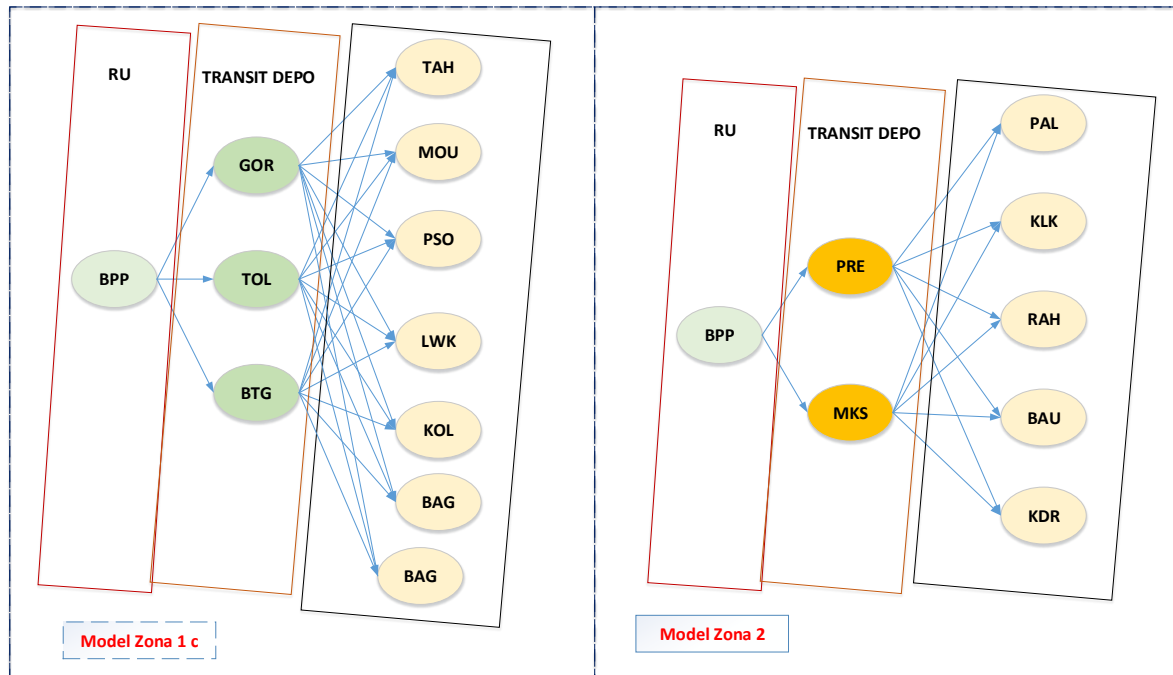
3. Skenario 3

Untuk skenario 3, merupakan kebalikan dari skenario 2. Pada skenario ini, jumlah kapal yang akan di *running* pada zona 2 dengan jumlah kapal penuh, sedangkan pada zona 1 merupakan sisa dari hasil proses *running* zona 2.

Proses optimasi pada model ini memiliki kriteria yaitu *minimum unit cost* (Rp/Ton). Skema model dalam masing – masing *running* adalah sebagai berikut:



Gambar 5.4 Skema Alternatif Rute Zona 1 A – Zona 1B



Gambar 5.5 Skemari Alternatif Rute Zona 1 C – Zona 2

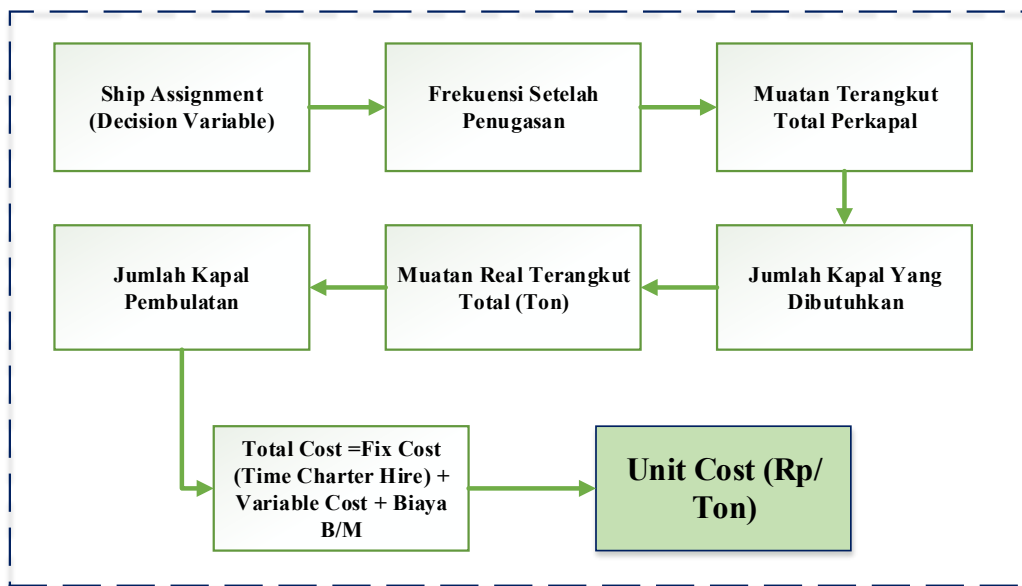
Alternatif Rute pada model ini merupakan alternatif dengan pola operasi multiport. Tetapi, untuk pola operasi dari RU atau asal muatan memiliki pilihan alternatif rute dari port to port dan multiport. Untuk distribusi BBM pada Pulau Sulawesi sendiri, pola operasi multiport dilakukan saat pendistribusian BBM dimulai dari transit depo. Pola operasi untuk distribusi BBM dengan pola multiport minimal harus mengunjungi 2 pelabuhan dan maksimal 3 pelabuhan. Untuk kriteria dari pemilihan rute sendiri yaitu *minimum unit cost* (Rp/Ton) dari pengiriman BBM. Dari skema model diatas dapat dilakukan perumusan model matematis dari masing – masing model.

### 5.7.2 Langkah – langkah Model Optimasi

Optimasi secara manual atau menggunakan bantuan tool tertentu akan mendapatkan hasil yang sama. Hanya saja, dalam melakukan optimasi dengan bantuan *tool* (misalnya: *solver*) lebih menghemat waktu dalam tahap perhitungan (*objective function*). Setelah dilakukan model matematis, dapat diaplikasi juga kedalam *microsof excel* atau *Gnumeric (Linux)* dan kemudian akan dilakukan *running* dengan memanfaatkan *tool solver* yang tersedia didalamnya.

Proses optimasi yaitu diawali dengan memasukkan input data keseluruhan (input data yang dimaksud pada konsep optimasi). Hasil dari optimasi ini dengan mendapatkan *unit cost*

*minimum* dengan jumlah kapal yang tertentu. Berikut alur dari data yang akan dihasilkan dalam proses *running* dalam *solver*:

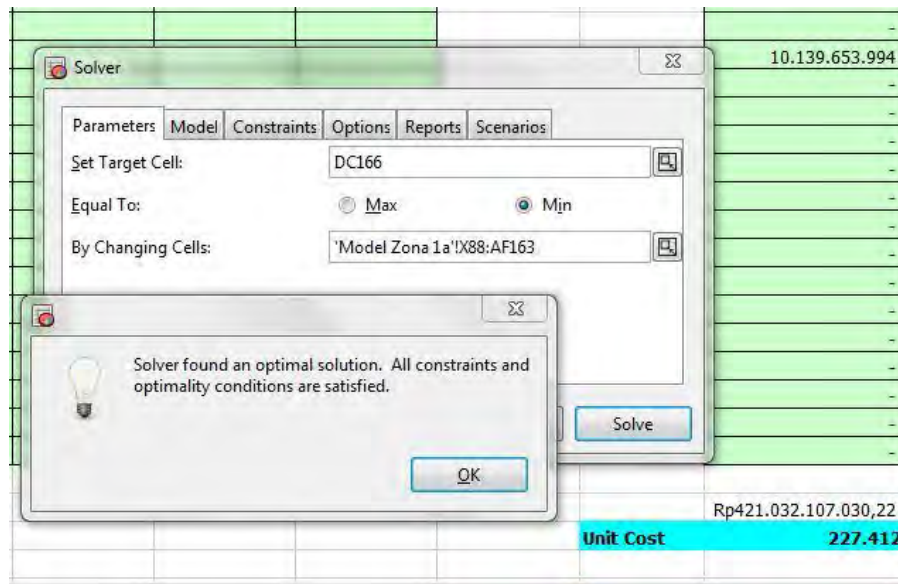


Gambar 5.6 Output Model Optimasi

Data yang menjadi inputan dalam solver sendiri yaitu terdiri dari :

- *Set Objective* : jumlah dari *total cost* dibagi dengan *total cargo flow* (min unit Cost)
- *By Changing Variable Cells: Decision Variable (Ship Assignment)*
- *Constraint* :
  1. *Supply* adalah akumulasi dari keseluruhan *demand*;
  2. *Demand* merupakan perhitungan dari akumulasi *demand* masing-masing daerah (rute multiport);
  3. Setiap daerah distribusi BBM (kecuali transit depo) harus dikunjungi 1 kali.
  4. Jumlah kapal kurang dari atau sama dengan kapal yang tersedia.

Dari penjelasan inputan di atas untuk solver, sehingga dapat dilakukan pada solver itu sendiri yaitu sebagai berikut:



Gambar 5.7 *Input Data dan Hasil Solver*

Proses *running pada solver* terlebih dahulu memasukan data seperti pada gambar 5.5. pada gambar tersebut, terlihat bahwa *parameters* dan *constraint* dari model harus diisi terlebih dahulu. Hasil optimasi dapat diterima setelah proses *running* dalam solver menyatakan bahwa hasil *running* adalah *satisfied*. pernyataan tersebut menyatakan bahwa hasil yang didapat dalam proses optimasi merupakan hasil yang paling optimum.

## 5.8 Hasil Optimasi

### 5.8.1 Skenario 1

Skenario 1 merupakan model optimasi dengan melakukan pembatasan (*constraint*) pada modelm optimasi jumlah kapal yang ada dibagi rata antara zona 1 dan zona 2.

Tabel 5.16 Hasil Optimasi Skenario 1 (2-1)

No	Model	Rute	Jarak (Nm)	Demand (Ton)	Kapal		Payload (Ton)	Jumlah Kapal (Unit)	Frekuensi By cargo
					Alternatif Kapal	Satus Kapal			
1	Zona 1 A	BPP - DGL - TOL - BTG - BPP	1.379	1.369.787	kapal 3	Milik	5319	7	258
		DGL - TAH - LWK - DGL	1.721	139.331	kapal 1	Milik	12694	1	11
		TOL - GOR - MOU - PSO - TOL	1.572	277.698	kapal 1	Milik	12694	1	22
		BTG - BAG - KOL - BTG	693	64.587	kapal 2	Milik	2864	1	23



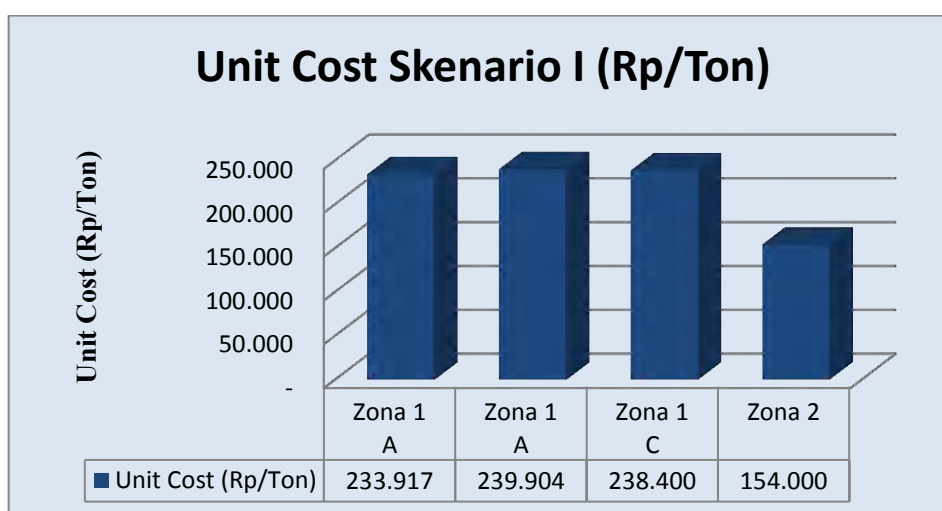
No	Model	Rute	Jarak (Nm)	Demand (Ton)	Kapal		Payload (Ton)	Jumlah Kapal	Frekuensi By cargo
2	Zona 1 B	BPP - DGL - GOR - BPP	1.619	1.369.787	kapal 3	Milik	5319	7	258
		DGL - TOL - TAH - DGL	986	101.615	kapal 2	Milik	2864	1	35
		BTG - BAG - KOL - BTG	693	64.587	kapal 2	Milik	2864	1	23
		GOR - MOU - PSO - LWK - GOR	744	209.013	kapal 2	Milik	2864	2	73
3	Zona 1 C	BPP - TOL - BTG - GOR - BPP	1.590	1.369.787	kapal 3	Milik	5319	7	258
		TOL - TAH - DGL - TOL	986	297.597	Kapal 1	Milik	12694	1	23
		BTG - KOL - BTG	693	64.587	Kapal 2	Milik	2864	1	23
		GOR - MOU - PSO - LWK - GOR	744	209.013	Kapal 2	Milik	2864	2	73
4	Zona 2	BPP - PRE - MKS - BPP	663	1.747.816	kapal 3	Milik	5319	5	329
		PRE - RAH - KDR - PRE	938	285.166	kapal 3	Milik	5319	1	54
		MKS - BAU - KLK - PAL	844	375.331	Kapal 2	Milik	2864	4	131

Tabel 5.17 Hasil Skenario 1 (2-2)

No.	Model	Rute	Jarak (Nm)	Demand (Ton)	Muatan Terangkut (Ton)	Total Biaya (Jt - Rp)	Unit Biaya (Rp/Ton)
1	Zona 1 A	BPP - DGL - TOL - BTG - BPP	1.379	1.369.787	1.851.403	433.075	233.917
		DGL - TAH - LWK - DGL	1.721	139.331			
		TOL - GOR - MOU - PSO - TOL	1.572	277.698			
		BTG - BAG - KOL - BTG	693	64.587			
2	Zona 1 B	BPP - DGL - GOR - BPP	1.619	1.369.787	1.745.002	418.633	239.904
		DGL - TOL - TAH - DGL	986	101.615			
		BTG - BAG - KOL - BTG	693	64.587			
		GOR - MOU - PSO - LWK - GOR	744	209.013			

No.	Model	Rute	Jarak (Nm)	Demand (Ton)	Muatan Terangkut	Total Biaya (Jt -)	Unit Biaya
3	Zona 1 C	BPP - TOL - BTG - GOR - BPP	1.590	1.369.787	1.940.985	462.731	238.400
		TOL - TAH - DGL - TOL	986	297.597			
		BTG - KOL - BTG	693	64.587			
		GOR - MOU - PSO - LWK - GOR	744	209.013			
4	Zona 2	BPP - PRE - MKS - BPP	663	1.747.816	2.408.313	370.880	154.000
		PRE - RAH - KDR - PRE	938	285.166			
		MKS - BAU - KLK - PAL	844	375.331			

Dari hasil optimasi skenario 1, diketahui unit cost yang didapatkan dari masing – masing zona. Karena zona 1 dilakukan running model 3 kali (Zona 1 A, Zona 1 B, dan Zona 1C), maka dari ketigaz zona tersebut akan dipilih salah satu diantaranya yang memiliki unit cost paling minimum.



Gambar 5.8 Unit Cost Skenario I

Dari grafik diatas (gambar 5.8), menunjukkan bahwa pada zona Skenario 1 pola operasi yang memiliki minimum unit cost adalah Zona 1A dengan unti cost Rp. 233.917 per ton dan Zona 2 dengan unit cost Rp. 154.000 per ton. Kegiatan untuk distribusi BBM pada skenario 1 ini, memiliki kebutuhan kapal sebagai berikut:

Tabel 5.18 Kebutuhan Kapal Skenario 1

No.	Model	Rute					Kapal Alternatif	Status	Payload (Ton)	Jumlah Kapal (unit)
		Origin	Destinasion							
1	Zona 1 A	BPP	DGL	TOL	BTG	BPP	kapal 3	Milik	5.319	7
		DGL	TAH	LWK	DGL	DGL	kapal 1	Milik	12.694	1
		TOL	GOR	MOU	PSO	TOL	kapal 1	Milik	12.694	1
		BTG	BAG	KOL	BTG		kapal 2	Milik	2.864	1
4	Zona 2	BPP	PRE	MKS	BPP		kapal 3	Milik	5.319	5
		PRE	RAH	KDR	PRE		kapal 3	Milik	5.319	1
		MKS	BAU	KLK	PAL	MKS	Kapal 2	Milik	2.864	4

Kapal yaJumlah kapal yang dibutuhkan berdasarkan hasil running model pada skenario 1 adalah 20 unit kapal dengan status kapal milik.

### 5.8.2 Skenario 2

Skenario 2, merupakan skenario pada constraint model optimasi untuk jumlah kapal dibatasi dengan proporsi bahwa running zona 1 dengan batasan jumlah kapal penuh dari kapal yang tersedia. Sedangkan, pada zona 2 merupakan model dengan constraint batasan jumlah kapal sisa dari hasil running model zona 1.

Tabel 5.19 Hasil Optimasi Skenario 2 (2-1)

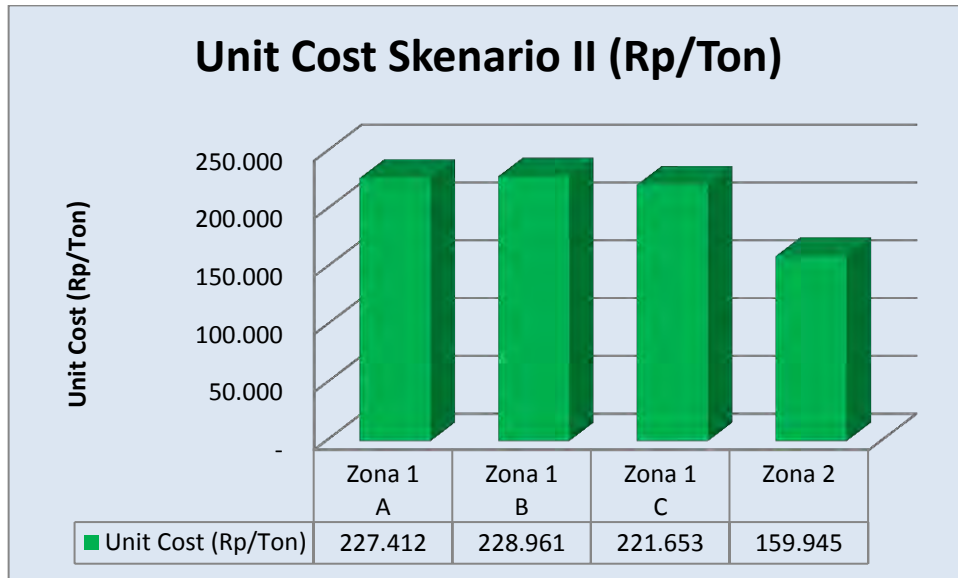
No	Model	Rute	Jarak (Nm)	Demand (Ton)	Kapal		Payload (Ton)	DWT (Ton)	Jumlah Kapal (Unit)	frekuensi By cargo
					Alternatif Kapal	Status				
1	Zona 1 A	BPP - DGL - TOL - BTG - BPP	1.379	1.369.787	kapal 3	Milik	5319	6500	7	258
		DGL - TAH - LWK - DGL	1.721	139.331	kapal 1	Milik	12694	15514	1	11
		TOL - GOR - MOU - PSO - TOL	1.572	277.698	kapal 1	Milik	12694	15514	1	22
		BTG - BAG - KOL - BTG	693	64.587	kapal 2	Milik	2864	3500	1	23
2	Zona 1 b	BPP - BTG - GOR - BPP	1.619	1.369.787	kapal 3	Milik	5319	6500	7	258
		DGL - TAH - DGL	986	101.615	kapal 2	Milik	2864	3500	1	35
		BTG - KOL - BTG	693	64.587	kapal 2	Milik	2864	3500	1	23
		GOR - PSO - LWK - GOR	744	209.013	kapal 2	Milik	2864	3500	2	73
3	Zona 1 C	BPP - TOL - BTG - GOR -	1.590	1.369.787	kapal 3	Milik	5319	6500	7	258

No	Model	Rute	Jarak (Nm)	Demand (Ton)	Kapal		Payload (Ton)	DWT (Ton)	Jumlah Kapal (Unit)	frekuensi By cargo
					Alternatif Kapal	Status				
		BPP								
		TOL - DGL - TOL	986	297.597	Kapal 1	Milik	12694	15514	1	23
		BTG - BAG - KOL - BTG	693	64.587	Kapal 2	Milik	2864	3500	1	23
		GOR - PSO - LWK - GOR	744	209.013	Kapal 2	Milik	2864	3500	2	73
4	Zona 2	BPP - MKS - BPP	663	1.747.816	kapal 3	Milik	5319	6500	5	329
		PRE - KDR - PRE	938	285.166	kapal 3	Milik	5319	6500	1	54
		MKS - PAL - KLK - BAU - MKS	844	375.331	Kapal 2	Milik	2864	3500	4	131

Tabel 5.20 Hasil Optimasi Skenario 2 (2-2)

No.	Model	Rute	Jarak (Nm)	Demand (Ton)	Muatan Terangkut (Ton)	Total Biaya (Jt - Rp)	Unit Biaya (Rp/Ton)
1	Zona 1 A	BPP - DGL - TOL - BTG - BPP	1.379	1.369.787	1.851.403	421.032	227.412
		DGL - TAH - LWK - DGL	1.721	139.331			
		TOL - GOR - MOU - PSO - TOL	1.572	277.698			
		BTG - BAG - KOL - BTG	693	64.587			
2	Zona 1 b	BPP - BTG - GOR - BPP	1.619	1.369.787	1.745.002	399.538	228.961
		DGL - TAH - DGL	986	101.615			
		BTG - KOL - BTG	693	64.587			
		GOR - PSO - LWK - GOR	744	209.013			
3	Zona 1 c	BPP - TOL - BTG - GOR - BPP	1.590	1.369.787	1.940.985	430.225	221.653
		TOL - DGL - TOL	986	297.597			
		BTG - BAG - KOL - BTG	693	64.587			
		GOR - PSO - LWK - GOR	744	209.013			
4	Zona 2	BPP - MKS - BPP	663	1.747.816	2.408.313	385.198	159.945
		PRE - KDR - PRE	938	285.166			
		MKS - PAL - KLK - BAU - MKS	844	375.331			

Tabel 5.19 dan tabel 20 menunjukkan hasil running model optimasi untuk skenario 2. Pada masing – masing zona juga diketahui jumlah muatan terangkut serta unit cost dari masing – masing zona.



Gambar 5.9 Unit Cost Skenario 2

Berdasarkan pada grafik diatas (gamabr 5.9), dapat diketahui bahwa pada skenario ini zona yang terpilih untuk zona 1 yaitu zona 1C. Jadi dapat dikatakan bahwa, skenario 2 pola operasi yang terpilih yaitu berdasarkan zona 1C dengan unit cost yaitu Rp. 221.653 dan Zona 2 dengan unit cost yaitu Rp. 159.945 per ton.

jumlah kebutuhan kapal pada skenario ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.21 Jumlah Kebutuhan Kapal Skenario 2

No.	Model	Rute					Kapal Alternatif	Status Kapal	Payload (Ton)	Jumlah Kapal (Unit)
		Origin	Destinantion							
1	Zona 1 C	BPP	TOL	BTG	GOR	BPP	kapal 3	Milik	5.319	7
		TOL	TAH	DGL	TOL		Kapal 1	Milik	12.694	1
		BTG	BAG	KOL	BTG		Kapal 2	Milik	2.864	1
		GOR	MOU	PSO	LWK	GOR	Kapal 2	Milik	2.864	2
2	Zona 2	BPP	PRE	MKS	BPP		kapal 3	Milik	5.319	5
		PRE	RAH	KDR	PRE		kapal 3	Milik	5.319	1
		MKS	PAL	KLK	BAU	MKS	Kapal 2	Milik	2.864	4

Pada tabel 5.21 menunjukkan bahwa kebutuhan jumlah kapal berdasarkan hasil running pada skenario 2 yaitu 21 unit kapal. Status kepemilikan kapal dalam skenario ini yaitu kapal milik secara keseluruhan.

### 5.8.3 Skenario 3

Skenario 3 meruoakan kebalikan dari skenario 2, dimana jumlah kapal dalam pembatasan model adalah zona 2 dengan pembatasan jumlah kapal penuh dari kapal yang ada dan zona 1 akan dibatasi dalam model dengan jumlah kapal dari sisa hasil running model zona 2.

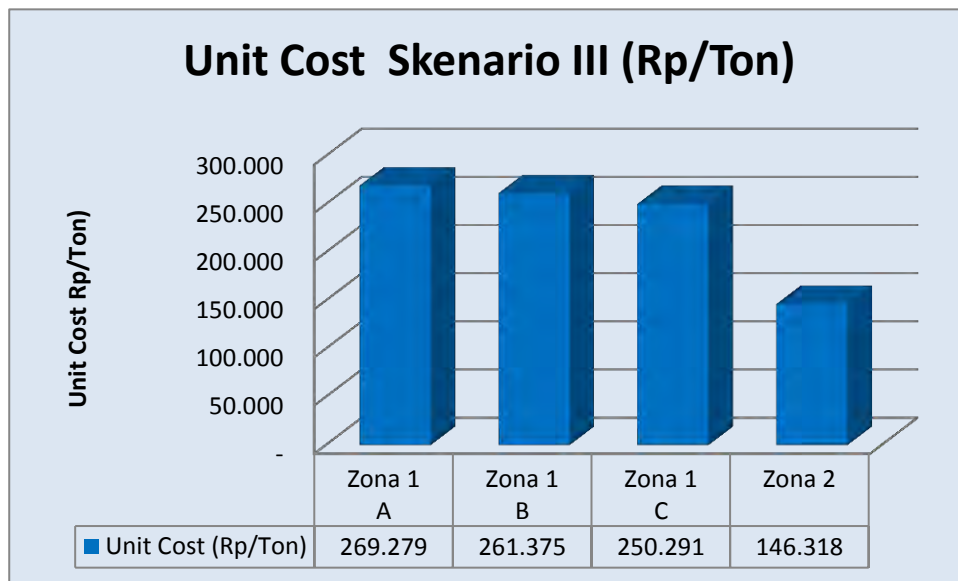
Tabel 5.22 Hasil Optimasi Skenario 3 (2-1)

No.	Model	Rute	Jarak (Nm)	Demand (Ton)	Kapal		Payload (Ton)	DWT (Ton)	Jumlah Kapal (Unit)	frekuensi By cargo
					Alternatif Kapal	Staus				
1	Zona 1 A	BPP - DGL - TOL - BTG - BPP	1.379	1.369.787	kapal 3	Milik	5319	6500	7	258
		DGL - TAH - LWK - DGL	1.721	139.331	kapal 1	Milik	12694	15514	1	11
		TOL - GOR - MOU - PSO - TOL	1.572	277.698	kapal 1	Milik	12694	15514	1	22
		BTG - BAG - KOL - BTG	693	64.587	kapal 2	Milik	2864	3500	1	23
2	Zona 1 B	BPP - DGL - BTG - GOR - BPP	1.619	1.369.787	kapal 3	Milik	5319	6500	7	258
		DGL - TOL - DGL	986	101.615	kapal 2	Milik	2864	3500	1	35
		BTG - BAG - KOL - BTG	693	64.587	kapal 2	Milik	2864	3500	1	23
		GOR - MOU - PSO - LWK - GOR	744	209.013	kapal 2	Milik	2864	3500	2	73
3	Zona 1 C	BPP - TOL - BTG - GOR - BPP	1.590	1.369.787	kapal 3	Milik	5319	6500	7	258
		TOL - TAH - DGL - TOL	986	297.597	Kapal 1	Milik	12694	15514	1	23
		BTG - BAG - KOL - BTG	693	64.587	Kapal 2	Milik	2864	3500	1	23

No.	Model	Rute	Jarak (Nm)	Demand (Ton)	Kapal		Payload (Ton)	DWT (Ton)	Jumlah Kapal (Unit)	frekuensi By cargo
					Alternatif Kapal	Staus				
		GOR - MOU - PSO - LWK - GOR	744	209.013	Kapal 2	Milik	2864	3500	2	73
4	Zona 2	BPP - PRE - MKS - BPP	663	1.747.816	kapal 3	Milik	5319	6500	5	329
		PRE - RAH - KDR -PRE	938	285.166	kapal 3	Milik	5319	6500	1	54
		MKS - KLK - PAL - MKS	844	375.331	Kapal 2	Milik	2864	3500	4	131

Tabel 5.23 Hasil Optimasi Skenario 3 (2-2)

Pada tabel 5.22 dan tabel 5.23 menunjukkan bahwa skenario 3, zona yang terpilih yaitu Zona 1 C dan Zona 2. Dimana unit cost pada masing – masing zona serta muatan yang terangkut pada masing – masing rute.



Gambar 5.10 Unit Cost Skenario 3

Pada grafik diatas (gambar 5.10), menunjukkan bahwa pada Zona 1 yang memiliki unit cost paling minimum adalah Zona 1C. Sehingga untuk kegiatan operasi distribusi BBM berdasarkan skenario 3 yaitu Zona 1 C dan Zona 2 dengan masing – masing unit cost yaitu Rp. 250.291 per ton dan Rp. 146.318 per ton.

Kebutuhan jumlah kapal untuk skenario 3, ditunjukkan oleh tabel berikut ini;

Tabel 5.24 Jumlah Kebutuhan Kapal Skenario 3

No.	Model	Rute					Kapal Alternatif	Status Kapal	Payload (Ton)	Jumlah Kapal (Unit)
		Origin	Destinantion							
3	Zona 1 C	BPP	TOL	BTG	GOR	BPP	kapal 3	Milik	5.319	7
		TOL	TAH	DGL	TOL		Kapal 1	Milik	12.694	1
		BTG	BAG	KOL	BTG		Kapal 2	Milik	2.864	1
		GOR	MOU	PSO	LWK	GOR	Kapal 2	Milik	2.864	2
4	Zona 2	BPP	PRE	MKS	BPP		kapal 3	Milik	5.319	5
		PRE	RAH	KDR	PRE		kapal 3	Milik	5.319	1
		MKS	BAU	KLK	PAL	MKS	Kapal 2	Milik	2.864	4

Berdasarkan pada hasil running model skenario 3 (tabel 5.24), menunjukkan bahwa kebutuhan kapal pada skenario 3 adalah 21 unit kapal. Dimana, status dari 21 unit kapal ini merupakan kapal milik.

## 5.9 Rute dan Pola Operasi Wilayah VII

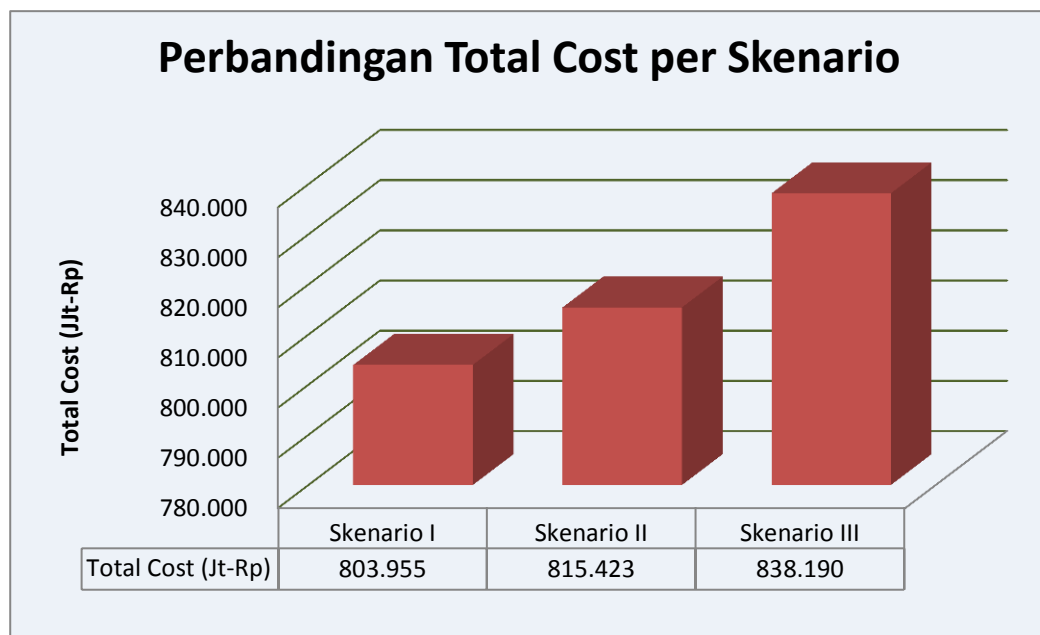
Pada sub bab sebelumnya sudah dilakukan pemaparan untuk hasil *running* model optimasi. Pada masing – masing skenario akan dilakukan perbandingan rute dan pola mana yang mendapatkan unit cost minimum. Kemudian, hasil tersebut dilakukan penjumlahan untuk *total cost* dari masing – masing skenario. *Total cost* tersebut akan dilakukan perbandingan kembali dan akan dilakukan pemilihan dengan kriteria *total cost minimum*. Pada masing – masing skenario didapatkan hasil seperti pada tabel berikut:

Tabel 5.25 Rute dan Pola Operasi per Skenario

Skenario	Model	Rute					Total Biaya (Jt -Rp)
1	Zona 1 A	BPP	DGL	TOL	BTG	BPP	803.955
		DGL	TAH	LWK	DGL		
		TOL	GOR	MOU	PSO	TOL	
		BTG	BAG	KOL	BTG		
	Zona 2	BPP	PRE	MKS	BPP		
		PRE	RAH	KDR	PRE		
		MKS	BAU	KLK	PAL	MKS	
2	Zona 1 C	BPP	TOL	BTG	GOR	BPP	815.423
		TOL	TAH	DGL	TOL		
		BTG	BAG	KOL	BTG		
		GOR	MOU	PSO	LWK	GOR	
	Zona 2	BPP	PRE	MKS	BPP	BPP	



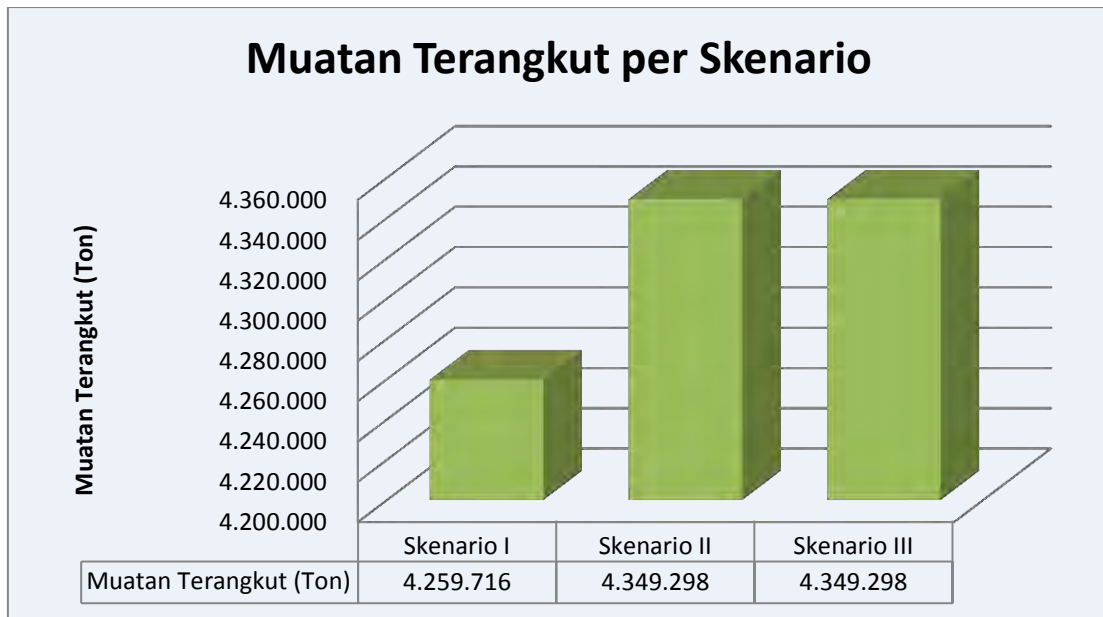
Skenario	Model	Rute					Total Biaya
		PRE	RAH	KDR	PRE	PRE	
		MKS	PAL	KLK	BAU	MKS	
3	Zona 1 C	BPP	TOL	BTG	GOR	BPP	838.190
		TOL	TAH	DGL	TOL		
		BTG	BAG	KOL	BTG		
		GOR	MOU	PSO	LWK	GOR	
	Zona 2	BPP	PRE	MKS	BPP		
		PRE	RAH	KDR	PRE		
		MKS	BAU	KLK	PAL	MKS	



Gambar 5.11 Perbandingan Total Cost per Skenario

Total cost dari masing – masing skenario ditunjukkan pada tabel 5.22 dan grafik pada gambar 5.11, dimana hasil running model optimasi dari skenario 1 merupakan rute dan pola operasi untuk distribusi BBM yang memiliki total cost paling minimum dibandingkan skenario 2 dan skenario 3 yaitu dengan total cost Rp.803.955 juta.

Pada masing – masing skenario juga diketahui jumlah total muatan yang terangkut. Berikut grafik untuk jumlah muatan yang terangkut pada masing – masing skenario:



Gambar 5.12 Muatan Terangkut per Skenario

Dari grafik diatas (gambar 5.12) dapat diketahui bahwa pada skenario 1 muatan terangkut adalah 4.259.716 Ton, skenario 2 muatan terangkut adalah 4.349.298 Ton dan pada skenario 3 muatan yang terangkut adalah 4.349.298 Ton. Dari hasil tersebut, rute dan pola operasi yang optimum untuk Wilayah VII adalah skenario 1, dimana skenario ini menunjukkan total biaya yang ditimbulkan adalah paling minimum dibandingkan dengan skenario 2 dan skenario 3. Hasil optimasi yang terpilih ini akan ditambahkan dengan komponen *capital cost* dan *cargo handling cost* sehingga total biaya yang dibutuhkan dalam operasi untuk distribusi BBM untuk wilayah seperti pada tabel 5.26 berikut:

Tabel 5.26 Rute dan Pola Operasi Wilayah VII

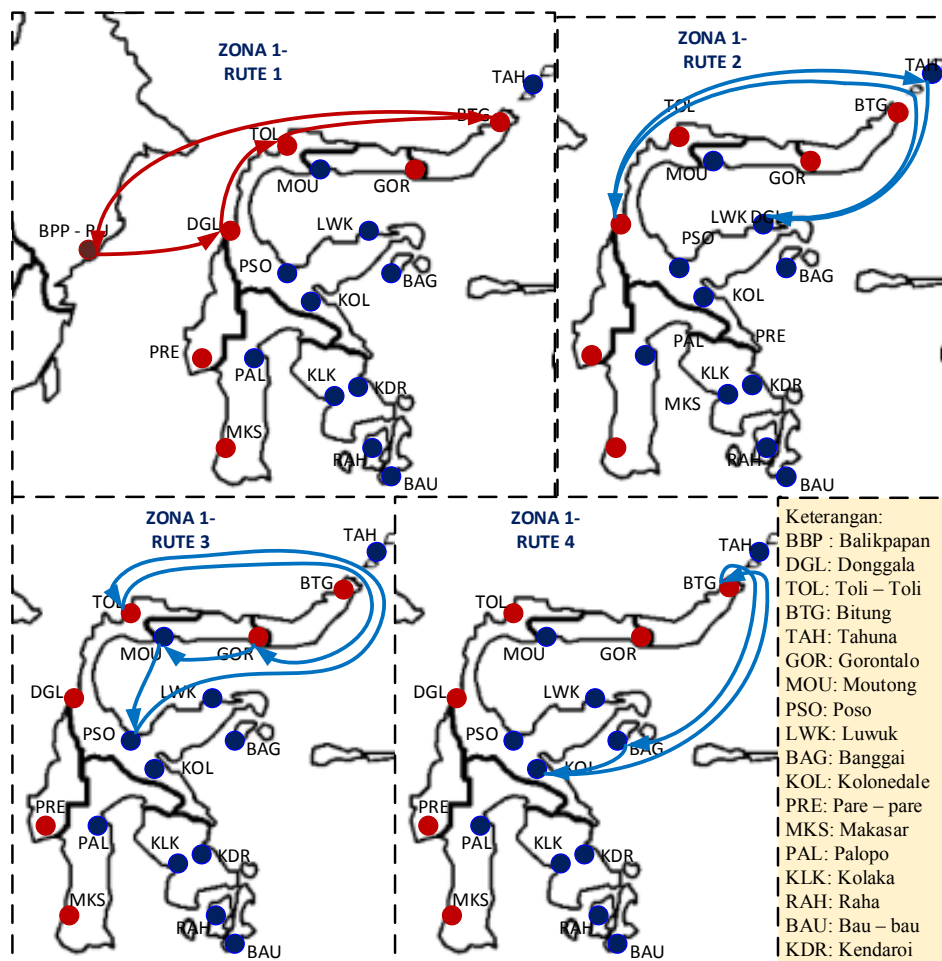
No.	Zona	Rute					Muatan Terangkut (Ton)	Total Biaya (Jt-Rp)	Unit Cost (Rp/Ton)
1	Zona 1 A	BPP	DGL	TOL	BTG	BPP	4.259.716	1.890.708	443.358
2		DGL	TAH	LWK		DGL			
3		TOL	GOR	MOU	PSO	TOL			
4		BTG	BAG	KOL		BTG			
5	Zona 2	BPP	PRE	MKS		BPP			
6		PRE	RAH	KDR		PRE			
7		MKS	BAU	KLK	PAL	MKS			

Pola operasi distribusi BBM pada Wilayah VII memiliki 7 rute tetap atau *dedicated*. Berdasarkan perhitungan, pola operasi di Wilayah VII memiliki jumlah total cost Rp.

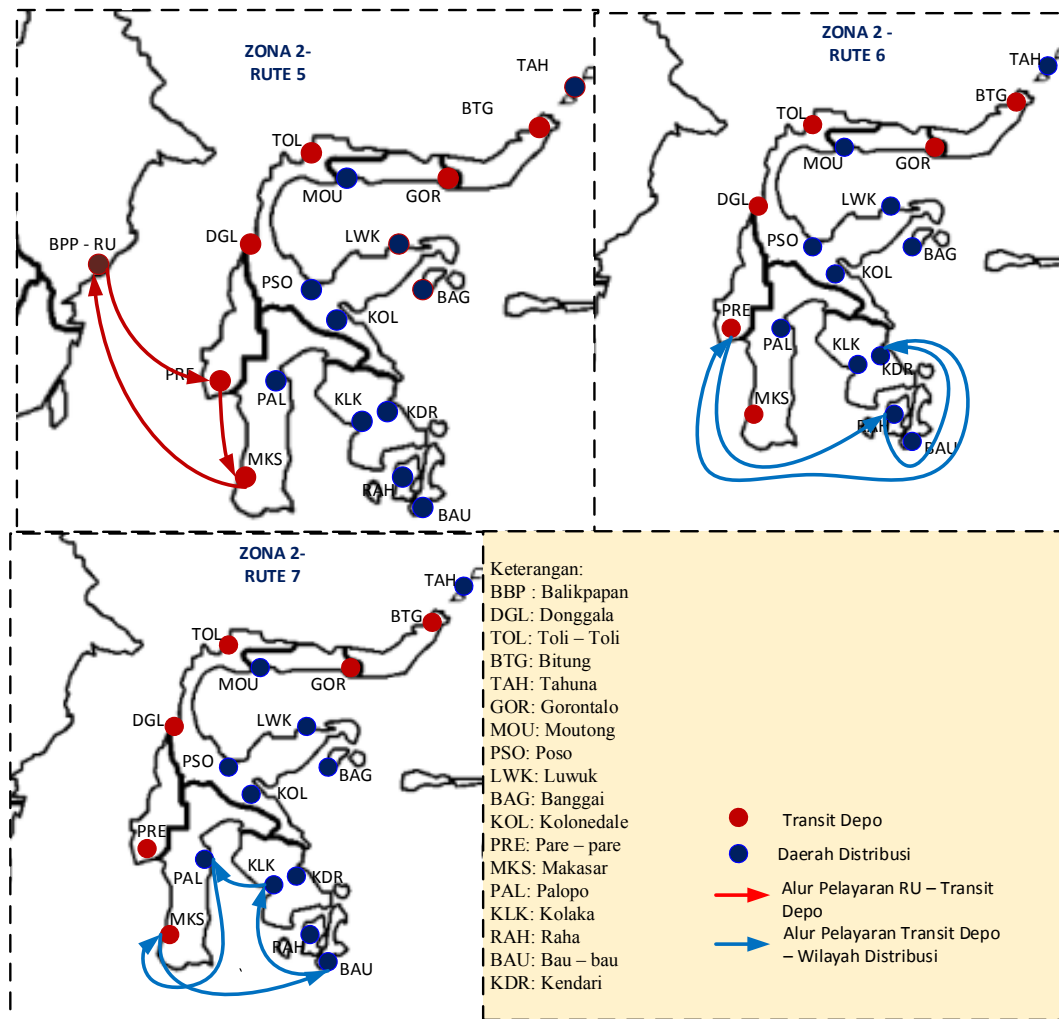
1.890.708 Juta pertahun,dengan jumlah muatan terangkut yaitu 4.259.716 Ton pertahun. Sehingga, dapat diketahuin unit cost dari pola operasi ini yaitu 443.358 Rp/Ton.

Skenario 1 (hasil optimum model) akan dilakukan perbandingan unit biaya dengan kapal yang ditugaskan keseluruhan adalah kapal charter. Perbandingan ini dilakukan pada rute yang sama dan pada operasi kapal yang memiliki total biaya minimum. Pada penugasan dengan status kapal charter mengakibatkan total biaya dalam operasi yaitu Rp 2.692.157.910.962 dan menimbulkan unit biaya sebesar Rp 632.004 per ton. Dalam hal ini membuktikan bahwa penugasan dengan menggunakan kapal milik membutuhkan total biaya lebih rendah dan menghasilkan unit cost lebih murah. Selisih unit biaya antara penugasan kapal milik dan kapal charter yaitu 18% lebih murah penugasan kapal milik.

Pola operasi dari masing – masing rute dapat digambarkan seperti berikut:



Gambar 5.13 Rute dan Pola Operasi Zona 1



Gambar 5.14 Rute dan Pola Operasi Rute Zona 2

### 5.10 Model Penguasaan Armada

Pola operasi untuk distribusi BBM untuk Wilayah 7 yaitu terdapat 7 rute *dedicated*. Dari hasil running model, pola operasi distribusi BBM Wilayah VII memiliki kebutuhan kapal seperti pada tabel berikut:

Tabel 5.27 Jumlah Kebutuhan Kapal Wilayah VII

No.	Zona	Rute Pelayaran					Alternatif Kapal	Status Kapal	Payload (Ton)	Frekuensi	Jumlah Kapal (unit)
1	Zona 1A	BPP	DGL	TOL	BTG	BPP	kapal 3	Milik	5.319	258	7
2		DGL	TAH	LWK	-	DGL	kapal 1	Milik	12.694	11	1
3		TOL	GOR	MOU	PSO	TOL	kapal 1	Milik	12.694	22	1
4		BTG	BAG	KOL	-	BTG	kapal 2	Milik	2.864	23	1
5	Zona 2	BPP	PRE	MKS	-	BPP	kapal 3	Milik	5.319	329	5
6		PRE	RAH	KDR	-	PRE	kapal 3	Milik	5.319	54	1
7		MKS	BAU	KLK	PAL	MKS	Kapal 2	Milik	2.864	131	4

Dari hasil proses running model, pola operasi untuk distribusi BBM pada Wilayah 7 dengan melakukan penugasan kapal kapal milik. Alternatif kapal yang ditugaskan pada pola operasi ini yaitu kapal 1(12.694 Ton), kapal 2 (2.864 Ton) dan kapal 3 (5.319 Ton). Ketiga kapal alternatif kapal ini merupakan kapal dengan status kapal milik.

Ukuran dari masing – masing kapal terpilih yaitu:

Tabel 5.28 Spesifikasi Kapal Terpilih

Kapasitas	Tanker	Ton	12.694	2.864	5.319
		GT	Ton	11864	2660
Dimensi	Draft	M	7	5	6
Permesinan	Daya ME	Kw	960	1280	1505
	Daya AE	Kw	250	320	400
Kecepatan	Kecepatan	Knot	12	12	12
Status			Milik	Milik	Milik
Tipe Kapal			General Purpose I	Small Tanker I	Small Tanker II

Rincian untuk pengeluaran biaya dalam pengoperasian dari ketiga kapal alternatif tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 5.29 Biaya Kapal Milik

No	Komponen Biaya	Nama Kapal		
		Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3
		15.514 Ton	3.500 Ton	6.500 Ton
1	Lub. Oil (Rp)	37.118.488	8.381.000	15.557.000
2	Docking (Rp)	301.972.496	68.132.000	126.524.000
3	Maintenance & Material (Rp)	355.962.216	80.313.000	149.145.000
4	Crew & Staff (Rp)	165.689.708	38.077.000	69.943.000
5	Others (Rp)	8.440.016	1.904.160	3.536.220
6	Overheads (Rp)	1.221.867.926	275.657.300	511.934.300
7	Insurance (Rp)	248.203.262	62.190.500	108.639.500
8	Capital Cost (Rp)	148.114.288.015	27.843.540.228	40.270.389.466

Untuk daftar kapal PT Pertamina dengan ukuran yang mendekati ukuran kapal yang ditugaskan dalam model sebagai berikut:

Tabel 5.30 Daftar Kapal Milik

No.	Kapal Alternatif	Nama Kapal	DWT (Ton)	Tipe Kapal
1	Kapal 1	MT. PALUH TABUAN / P.1019	15,571	General Purepose I

No.	Kapal	Nama Kapal	DWT	Tipe Kapal
2	Kapal 1	MT. PUNGUT / P. 1022	15,521	General Purpose I
3		MT. PELITA / P. 1023	17,878	General Purpose I
4		MT. PEGADEN / P. 1024	17,500	General Purpose I
5		MT. PALUSIPAT / P. 1025	17,500	General Purpose I
6		MT. PAGERUNGAN	17.500	General Purpose I
7		MT. PANGKALAN BRANDAN	17.500	General Purpose I
8		Kapal 2	MT. MANGUN JAYA / P. 33	3,500
9	MT. MENGGALA / P. 34		3,500	Small Tanker I
10	MT. MINAS / P. 35		3,500	Small Tanker I
11	MT. MELAHIN / P. 36		3,500	Small Tanker I
12	MT. MERBAU / P. 37		3,500	Small Tanker I
13	MT. MUNDU		3,675	Small Tanker I
14	MT. MUSI		3,587	Small Tanker I
15	MT. MEDITRAN		3,500	Small Tanker I
16	MT. MAUHAU		3,500	Small Tanker I
17	MT. MATINDOK		3,500	Small Tanker I
18	MT. MERAUKE		3,500	Small Tanker I
19	Kapal 3	MT. KARMILA / P. 58	6,500	Small Tanker II
20		MT. KURAU / P.59	6,500	Small Tanker II
21		MT. PLAJU	6,816	General Purpose I
22		MT. BALONGAN	6,736	General Purpose I
23		MT. KETALING	6,500	Small Tanker II
24		MT. KUANG	6,500	Small Tanker II
25		MT. KATOMAS	6,623	General Purpose I
26		MT. KRASAK	6,623	General Purpose I
27		MT. KLAWOTONG	6,623	General Purpose I
28		MT. KLASOGUN	6,623	General Purpose I
29		MT. KAMOJANG	6,500	Small Tanker II
30		MT. KAKAP	6,500	Small Tanker II
31		MT. KASIM	6,768	General Purpose I

Pada tabel 5.27 merupakan daftar kapal milik yang memiliki ukuran mendekati kapasitas muat dengan alternatif kapal terpilih dalam model optimasi. Sehingga, dalam penugasaan untuk distribusi BBM tidak memerlukan pengadaan kapal.

## PERHITUNGAN *CAPITAL COST* KAPAL MILIK

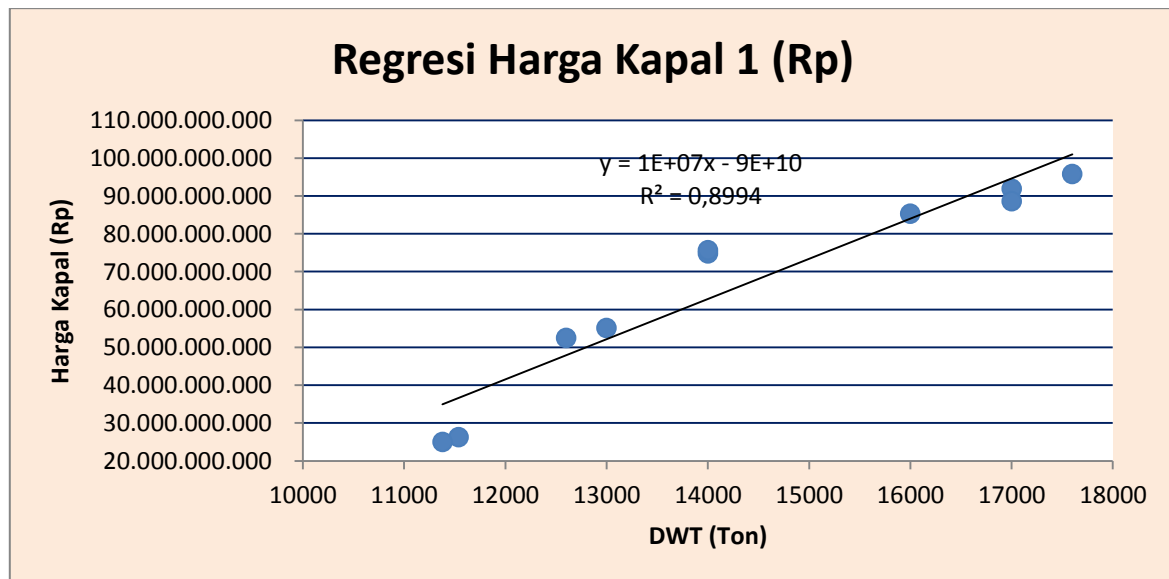
### 1. Regresi Kapal 1

Nama Kapal : Pungut

DWT : 15.514 Ton

Tahun Pembuatan : 1972

No	Flag/Vessel Class	DWT (Ton)	Built	Price of Ship (Rp)
1	BKI	17000	1989	91.892.500.000
2	Liberia	11538	1982	26.255.000.000
3	KR	14000	1991	74.826.750.000
4	China	11380	1994	25.007.887.500
5	China	12600	1980	52.510.000.000
6	China	13000	1980	55.135.500.000
7	China	14000	1985	75.666.910.000
8	China	17000	1983	88.610.625.000
9	South Korea	17600	1987	95.830.750.000
10	Shanghai	16000	1980	85.328.750.000



Harga Kapal 1 : Rp 78.812.495.476 (Cash price)

#### A. Loan Payment

- Down of payment = 1/3 cash price
- Interest rate = 10%
- Paying period = 5 years, repayments once per year, fixed instalment

Penyelesaian:

- $Loan\ Price = Cash\ price - Down\ Payment$   
 $= Rp\ 52.541.663.651$
- $Capital\ Recovery\ Factor\ (CRF) = \frac{r \times (1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$   
 $= 0,2638$
- $Instalment = CRF \times Loan$   
 $= Rp\ 13.860.358.508$
- $Final\ Price = Cash\ price + Interest = Cash\ price + n\ Instalment$   
 $= Rp148.114.288.015$

## B. Depreciation (Straight Line)

- Displacement = 15.514 Ton
- Price of scrap metal = 4.850.000 per ton
- Age of Ship = 37 old

Penyelesaian:

- $Salvable\ Value\ (SV) = Displacement\ (Ton) \times Price\ of\ scarp\ metal$   
 $= Rp75.242.900.000$
- $Annual\ despreciation\ expense\ (ADE) = \frac{Cost\ of\ ship - Salvable\ value}{Useful\ life\ of\ ship\ (years)}$   
 $= Rp1.969.496.973$
- $Daily\ depreciation\ expense\ (DDE) = \frac{ADE}{Commision\ Days}$   
 $= Rp5.879.095$

## 2. Regresi Kapal 2

Nama Kapal : Menggala

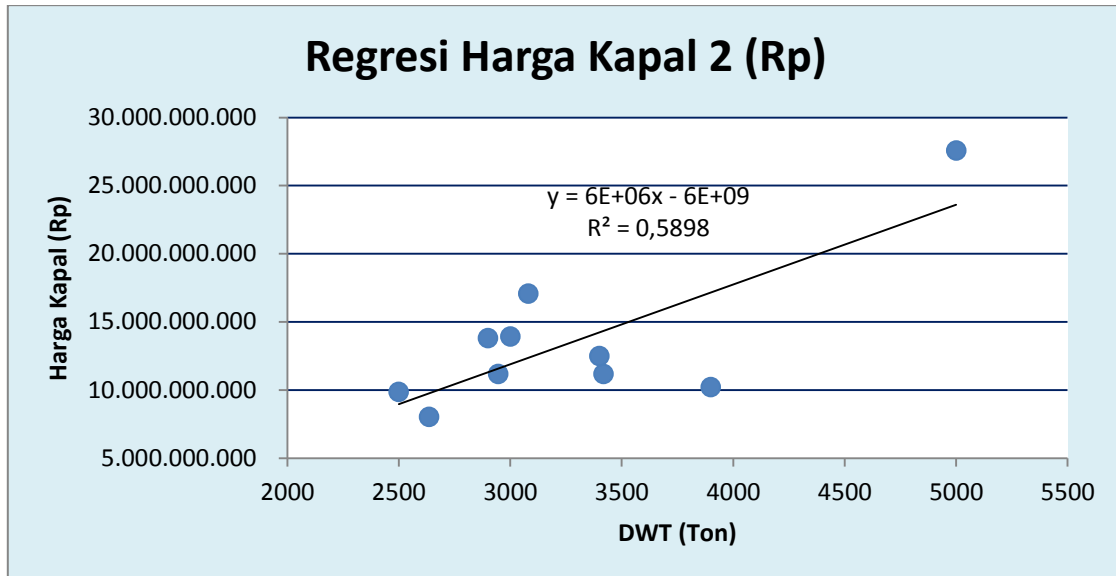
DWT : 3.500 Ton

Tahun Pembuatan : 1988

No	Flag/Vessel Class	DWT (Ton)	Built	Price of Ship (Rp)
1	RINA	3418	1984	11.158.375.000
2	RINA	2946	1984	11.158.375.000
3	BKI	3900	1972	10.200.067.500
4	Finland	2500	1989	9.845.625.000
5	Japan	2900	1989	13.783.875.000
6	Japan	3000	1988	13.915.150.000



No	Flag/Vessel Class	DWT (Ton)	Built	Price of Ship (Rp)
7	NK	3081	1988	17.065.750.000
8	BKI	2636	1995	8.000.000.000
9	Nigeria	3400	1984	12.471.125.000
10	Rusia	5000	1993	27.567.750.000



Harga Kapal 2 : Rp 14.815.713.714 (Cash Price)

C. Loan Payment

- Down of payment = 1/3 cash price
- Interest rate = 10%
- Paying period = 5 years, repayments once per year, fixed instalment

Penyelesaian:

- $Loan\ Price = Cash\ price - Down\ Payment$   
 $= Rp\ 9.877.142.476$

- $Capital\ Recovery\ Factor\ (CRF) = \frac{r \times (1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$

$$= 0,2638$$

- $Instalment = CRF \times Loan$   
 $= Rp\ 2.605.565.303$

- $Final\ Price = Cash\ price + Interest = Cash\ price + n\ Instalment$   
 $= Rp\ 27.843.540.228$

D. Depreciation (Straight Line)

- Displacement = 3500 Ton
- Price of scrap metal = 4.850.000 per ton

- Age of Ship = 29 old

Penyelesaian:

- *Salvable Value (SV)* = *Displacement (Ton) x Price of scarp metal*  
= Rp16.975.000.000

- *Annual despreciation expense (ADE)*  $\frac{\text{Cost of ship – Salvable value}}{\text{Useful life of ship(years)}}$   
= Rp 293.744.330

- *Daily depreciation expense (DDE)*  $\frac{\text{ADE}}{\text{Commision Days}}$   
= Rp 876.849

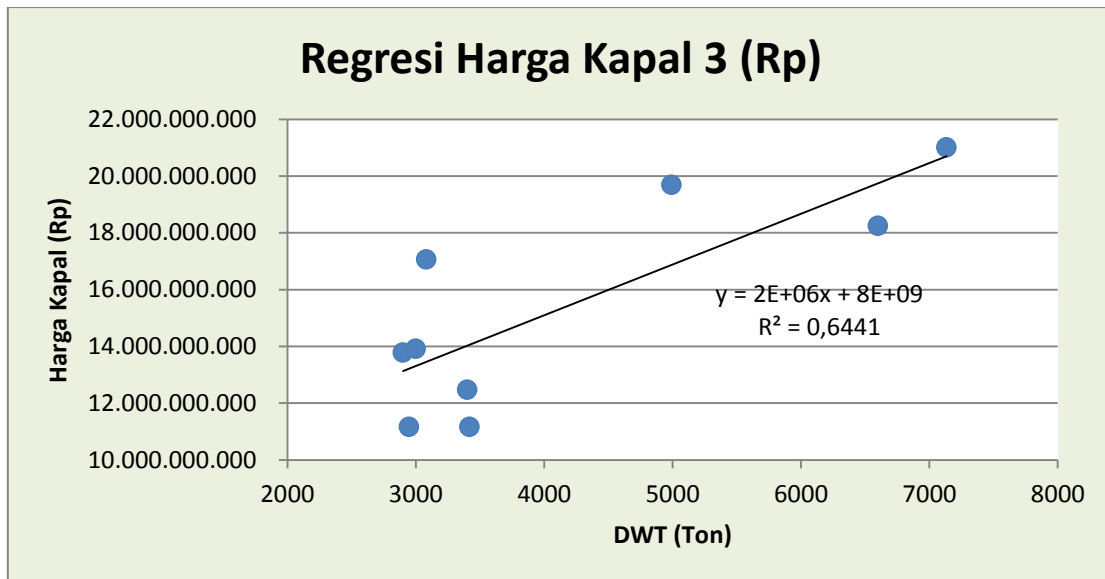
### 3. Regresi Kapal 3

Nama Kapal : Karmila

DWT : 6.500 Ton

Tahun Pembuatan : 1992

No	Flag/Vessel Class	DWT (Ton)	Built	Price of Ship (Rp)
1	RINA	3418	1984	11.158.375.000
2	RINA	2946	1984	11.158.375.000
3	NK	4991	1978	19.691.250.000
4	Llyods Register	6600	1970	18.247.225.000
5	Japan	7134	1984	21.004.000.000
6	Japan	2900	1989	13.783.875.000
7	Japan	3000	1988	13.915.150.000
8	NK	3081	1988	17.065.750.000
9	Nigeria	3400	1984	12.471.125.000
10	Rusia	5000	1993	27.567.750.000



Harga Kapal 3 : Rp 21.428.114.263 (Cash Price)

#### E. Loan Payment

- Down of payment = 1/3 cash price
- Interest rate = 10%
- Paying period = 5 years, repayments once per year, fixed instalment

Penyelesaian:

- $Loan\ Price = Cash\ price - Down\ Payment$   
= Rp 9.877.142.476
- $Capital\ Recovery\ Factor\ (CRF) = \frac{r \times (1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$   
= 0,2638
- $Instalment = CRF \times Loan$   
= Rp 2.605.565.303
- $Final\ Price = Cash\ price + Interest = Cahs\ price + n\ Instalment$   
= Rp 27.843.540.228

#### F. Depreciation (Straight Line)

- Dispalacement = 6500 Ton
- Price of scrap metal = 4.850.000 per ton
- Age of Ship = 24 old

Penyelesaian:

- $Salvable\ Value\ (SV) = Displacement\ (Ton) \times Price\ of\ scarp\ metal$   
= Rp 31.525.000.000
- $Annual\ despreciation\ expense\ (ADE) = \frac{Cost\ of\ ship - Salvable\ value}{Useful\ life\ of\ ship\ (years)}$

$$= \text{Rp } 236.361.877$$

- *Daily depreciation expense (DDE)*  $\frac{\text{ADE}}{\text{Commision Days}}$

$$= \text{Rp } 705.558$$

## ALTERNATIF RUTE

### A. ZONA 1 A

No.	Rute					Jarak (Nm)	Demand (Ton)
1	BPP	DGL			BPP	360	1.369.787
2	BPP	TOL			BPP	566	1.369.787
3	BPP	BTG			BPP	1.340	1.369.787
4	BPP	DGL	TOL		BPP	642	1.369.787
5	BPP	DGL	BTG		BPP	1.332	1.369.787
6	BPP	DGL	TOL	BTG	BPP	1.379	1.369.787
7	DGL	TOL	BTG	-	DGL	1.199	618.234
8	DGL	TOL	TAH	-	DGL	986	101.615
9	DGL	TOL	GOR	-	DGL	1.351	254.312
10	DGL	TOL	BTG	TAH	DGL	1.168	645.893
11	DGL	TOL	BTG	GOR	DGL	1.343	798.590
12	DGL	TOL	TAH	BTG	DGL	1.143	645.893
13	DGL	TOL	TAH	GOR	DGL	1.477	281.971
14	DGL	TOL	GOR	LWK	DGL	3.194	365.984
15	DGL	BTG	TAH		DGL	1.121	571.937
16	DGL	BTG	GOR		DGL	1.296	724.634
17	DGL	BTG	TAH	GOR	DGL	1.612	752.293
18	DGL	BTG	GOR	LWK	DGL	1.662	836.306
19	DGL	GOR	LWK		DGL	1.630	292.028
20	DGL	TAH	BTG		DGL	1.121	571.937
21	DGL	TAH	GOR		DGL	1.455	208.015
22	DGL	TAH	LWK		DGL	1.721	139.331
23	DGL	TAH	BTG	LWK	DGL	1.721	683.608
24	DGL	TAH	BTG	GOR	DGL	1.453	752.293
25	DGL	TAH	GOR	LWK	DGL	1.821	319.687
26	TOL	BTG	TAH		TOL	832	571.937
27	TOL	BTG	GOR		TOL	1.072	724.634
28	TOL	BTG	MOU		TOL	1.175	582.284
29	TOL	TAH	BTG		TOL	832	571.937
30	TOL	TAH	GOR		TOL	1.206	208.015
31	TOL	TAH	MOU		TOL	1.206	65.665
32	TOL	GOR	MOU		TOL	1.268	218.362
33	TOL	GOR	PSO		TOL	1.384	239.692
34	TOL	GOR	LWK		TOL	1.181	292.028
35	TOL	GOR	BAG		TOL	1.297	198.696
36	TOL	GOR	KOL		TOL	1.303	226.604
37	TOL	BTG	TAH	GOR	TOL	1.388	752.293
38	TOL	BTG	TAH	BAG	TOL	1.679	590.276
39	TOL	BTG	TAH	LWK	TOL	1.389	683.608
40	TOL	BTG	GOR	MOU	TOL	1.413	762.640

No.	Rute					Jarak (Nm)	Demand (Ton)
41	TOL	BTG	GOR	PSO	TOL	1.376	783.970
42	TOL	BTG	GOR	LWK	TOL	1.173	836.306
43	TOL	BTG	GOR	BAG	TOL	1.295	742.974
44	TOL	BTG	GOR	KOL	TOL	1.295	770.882
45	TOL	BTG	MOU	PSO	TOL	1.479	641.619
46	TOL	BTG	MOU	LWK	TOL	1.276	693.956
47	TOL	BTG	MOU	BAG	TOL	1.419	600.623
48	TOL	BTG	MOU	KOL	TOL	1.372	628.531
49	TOL	TAH	BTG	GOR	TOL	1.204	752.293
50	TOL	TAH	BTG	BAG	TOL	1.207	590.276
51	TOL	GOR	MOU	PSO	TOL	1.572	277.698
52	TOL	GOR	MOU	LWK	TOL	1.369	330.034
53	TOL	GOR	MOU	BAG	TOL	1.512	236.702
54	TOL	GOR	MOU	KOL	TOL	1.465	264.610
55	BTG	TAH	GOR		BTG	680	208.015
56	BTG	TAH	BAG		BTG	1.040	45.998
57	BTG	GOR	MOU		BTG	655	218.362
58	BTG	GOR	PSO		BTG	720	239.692
59	BTG	GOR	LWK		BTG	534	292.028
60	BTG	GOR	BAG		BTG	650	198.696
61	BTG	GOR	KOL		BTG	773	226.604
62	BTG	BAG	KOL		BTG	693	64.587
63	BTG	TAH	GOR	MOU	BTG	971	246.021
64	BTG	TAH	GOR	PSO	BTG	1.036	267.351
65	BTG	TAH	GOR	LWK	BTG	850	319.687
66	BTG	TAH	GOR	BAG	BTG	966	226.355
67	BTG	TAH	GOR	KOL	BTG	1.089	254.263
68	BTG	TAH	BAG	LWK	BTG	1.090	157.670
69	BTG	TAH	BAG	KOL	BTG	1.297	92.245
70	BTG	GOR	MOU	PSO	BTG	908	277.698
71	BTG	GOR	MOU	LWK	BTG	722	330.034
72	BTG	GOR	MOU	BAG	BTG	865	236.702
73	BTG	GOR	MOU	KOL	BTG	935	264.610
74	BTG	GOR	LWK	BAG	BTG	584	310.368
75	BTG	GOR	LWK	KOL	BTG	701	338.276
76	BTG	GOR	BAG	KOL	BTG	817	244.943

## B. ZONA 1 B

No.	Rute				Jarak (Nm)	Demand (Ton)	
1	BPP	DGL			BPP	360	1.369.787
2	BPP	BTG			BPP	1340	1.369.787
3	BPP	GOR			BPP	1550	1.369.787
4	BPP	DGL	BTG		BPP	1332	1.369.787
5	BPP	DGL	GOR		BPP	1587	1.369.787
6	BPP	BTG	GOR		BPP	1627	1.369.787
7	BPP	DGL	BTG	GOR	BPP	1619	1.369.787
8	DGL	TOL	BTG		DGL	1199	618.234
9	DGL	TOL	TAH		DGL	986	101.615
10	DGL	TOL	GOR		DGL	1351	254.312
11	DGL	TOL	BTG	TAH	DGL	1168	645.893
12	DGL	TOL	BTG	GOR	DGL	1343	798.590
13	DGL	TOL	TAH	BTG	DGL	1143	645.893
14	DGL	TOL	TAH	GOR	DGL	1477	281.971
15	DGL	TOL	GOR	LWK	DGL	3194	365.984
16	DGL	BTG	TAH		DGL	1121	571.937
17	DGL	BTG	GOR		DGL	1296	724.634
18	DGL	BTG	TAH	GOR	DGL	1612	752.293
19	DGL	BTG	GOR	LWK	DGL	1662	836.306
20	DGL	GOR	LWK		DGL	1630	292.028
21	DGL	TAH	BTG		DGL	1121	571.937
22	DGL	TAH	GOR		DGL	1455	208.015
23	DGL	TAH	LWK		DGL	1721	139.331
24	DGL	TAH	BTG	LWK	DGL	1721	683.608
25	DGL	TAH	BTG	GOR	DGL	1453	752.293
26	DGL	TAH	GOR	LWK	DGL	1821	319.687
27	BTG	TAH	GOR		BTG	680	208.015
28	BTG	TAH	BAG		BTG	1040	45.998
29	BTG	GOR	MOU		BTG	655	218.362
30	BTG	GOR	PSO		BTG	720	239.692
31	BTG	GOR	LWK		BTG	534	292.028
32	BTG	GOR	BAG		BTG	650	198.696
33	BTG	GOR	KOL		BTG	773	226.604
34	BTG	BAG	KOL		BTG	693	64.587
35	BTG	TAH	GOR	MOU	BTG	971	246.021
36	BTG	TAH	GOR	PSO	BTG	1036	267.351
37	BTG	TAH	GOR	LWK	BTG	850	319.687
38	BTG	TAH	GOR	BAG	BTG	966	226.355
39	BTG	TAH	GOR	KOL	BTG	1089	254.263
40	BTG	TAH	BAG	LWK	BTG	1090	157.670
41	BTG	TAH	BAG	KOL	BTG	1297	92.245

No.	Rute					Jarak (Nm)	Demand (Ton)
42	BTG	GOR	MOU	PSO	BTG	908	277.698
43	BTG	GOR	MOU	LWK	BTG	722	330.034
44	BTG	GOR	MOU	BAG	BTG	865	236.702
45	BTG	GOR	MOU	KOL	BTG	935	264.610
46	BTG	GOR	LWK	BAG	BTG	584	310.368
47	BTG	GOR	LWK	KOL	BTG	701	338.276
48	BTG	GOR	BAG	KOL	BTG	817	244.943
49	GOR	MOU	PSO		GOR	526	97.341
50	GOR	MOU	LWK		GOR	456	149.678
51	GOR	MOU	BAG		GOR	715	56.345
52	GOR	MOU	KOL		GOR	674	84.253
53	GOR	PSO	LWK		GOR	556	171.007
54	GOR	PSO	BAG		GOR	672	77.675
55	GOR	PSO	KOL		GOR	678	105.583
56	GOR	LWK	PSO		GOR	556	171.007
57	GOR	LWK	BAG		GOR	434	130.011
58	GOR	BAG	KOL		GOR	646	64.587
59	GOR	MOU	PSO	LWK	GOR	744	209.013
60	GOR	MOU	LWK	BAG	GOR	622	168.017
61	GOR	MOU	LWK	PSO	GOR	744	209.013
62	GOR	PSO	LWK	BAG	GOR	722	189.347
63	GOR	PSO	LWK	KOL	GOR	728	217.255
64	GOR	LWK	BAG	KOL	GOR	580	176.259

### C. ZONA 1C

No.	Rute					Jarak (Nm)	Demand (Ton)
1	BPP	TOL			BPP	566	1.369.787
2	BPP	BTG			BPP	1340	1.369.787
3	BPP	GOR			BPP	1550	1.369.787
4	BPP	TOL	BTG		BPP	1408	1.369.787
5	BPP	TOL	GOR		BPP	1598	1.369.787
6	BPP	BTG	GOR		BPP	1627	1.369.787
7	BPP	TOL	BTG	GOR	BPP	1590	1.369.787
8	TOL	BTG	TAH		TOL	832	571.937
9	TOL	BTG	GOR		TOL	1072	724.634
10	TOL	BTG	MOU		TOL	1175	582.284
11	TOL	TAH	BTG		TOL	832	571.937
12	TOL	TAH	GOR		TOL	1206	208.015
13	TOL	TAH	MOU		TOL	1206	65.665
14	TOL	GOR	MOU		TOL	1268	218.362
15	TOL	GOR	PSO		TOL	1384	239.692



No.	Rute					Jarak (Nm)	Demand (Ton)
16	TOL	GOR	LWK		TOL	1181	292.028
17	TOL	GOR	BAG		TOL	1297	198.696
18	TOL	GOR	KOL		TOL	1303	226.604
19	TOL	BTG	TAH	GOR	TOL	1388	752.293
20	TOL	BTG	TAH	BAG	TOL	1679	590.276
21	TOL	BTG	TAH	LWK	TOL	1389	683.608
22	TOL	BTG	GOR	MOU	TOL	1413	762.640
23	TOL	BTG	GOR	PSO	TOL	1376	783.970
24	TOL	BTG	GOR	LWK	TOL	1173	836.306
25	TOL	BTG	GOR	BAG	TOL	1295	742.974
26	TOL	BTG	GOR	KOL	TOL	1295	770.882
27	TOL	BTG	MOU	PSO	TOL	1479	641.619
28	TOL	BTG	MOU	LWK	TOL	1276	693.956
29	TOL	BTG	MOU	BAG	TOL	1419	600.623
30	TOL	BTG	MOU	KOL	TOL	1372	628.531
31	TOL	TAH	BTG	GOR	TOL	1204	752.293
32	TOL	TAH	BTG	BAG	TOL	1207	590.276
33	TOL	TAH	DGL		TOL	986	297.597
34	TOL	GOR	MOU	PSO	TOL	1572	277.698
35	TOL	GOR	MOU	LWK	TOL	1369	330.034
36	TOL	GOR	MOU	BAG	TOL	1512	236.702
37	TOL	GOR	MOU	KOL	TOL	1465	264.610
38	BTG	TAH	GOR		BTG	680	208.015
39	BTG	TAH	BAG		BTG	1040	45.998
40	BTG	GOR	MOU		BTG	655	218.362
41	BTG	GOR	PSO		BTG	720	239.692
42	BTG	GOR	LWK		BTG	534	292.028
43	BTG	GOR	BAG		BTG	650	198.696
44	BTG	GOR	KOL		BTG	773	226.604
45	BTG	BAG	KOL		BTG	693	64.587
46	BTG	TAH	GOR	MOU	BTG	971	246.021
47	BTG	TAH	GOR	PSO	BTG	1036	267.351
48	BTG	TAH	GOR	LWK	BTG	850	319.687
49	BTG	TAH	GOR	BAG	BTG	966	226.355
50	BTG	TAH	GOR	KOL	BTG	1089	254.263
51	BTG	TAH	BAG	LWK	BTG	1090	157.670
52	BTG	TAH	BAG	KOL	BTG	1297	92.245
53	BTG	TAH	DGL		BTG	1121	297.597
54	BTG	GOR	MOU	PSO	BTG	908	277.698
55	BTG	GOR	MOU	LWK	BTG	722	330.034
56	BTG	GOR	MOU	BAG	BTG	865	236.702
57	BTG	GOR	MOU	KOL	BTG	935	264.610
58	BTG	GOR	LWK	BAG	BTG	584	310.368

No.	Rute					Jarak (Nm)	Demand (Ton)
59	BTG	GOR	LWK	KOL	BTG	701	338.276
60	BTG	GOR	BAG	KOL	BTG	817	244.943
61	GOR	MOU	PSO		GOR	526	97.341
62	GOR	MOU	LWK		GOR	456	149.678
63	GOR	MOU	BAG		GOR	715	56.345
64	GOR	MOU	KOL		GOR	674	84.253
65	GOR	PSO	LWK		GOR	556	171.007
66	GOR	PSO	BAG		GOR	672	77.675
67	GOR	PSO	KOL		GOR	678	105.583
68	GOR	LWK	PSO		GOR	556	171.007
69	GOR	LWK	BAG		GOR	434	130.011
70	GOR	BAG	KOL		GOR	646	64.587
71	GOR	MOU	PSO	LWK	GOR	744	209.013
72	GOR	MOU	LWK	BAG	GOR	622	168.017
73	GOR	MOU	LWK	PSO	GOR	744	209.013
74	GOR	PSO	LWK	BAG	GOR	722	189.347
75	GOR	PSO	LWK	KOL	GOR	728	217.255
76	GOR	LWK	BAG	KOL	GOR	580	176.259

## D. ZONA 2

No.	Rute					Jarak (Nm)	Demand (Ton)
1	BPP	PRE	-	-	BPP	490	1.747.816
2	BPP	MKS	-	-	BPP	580	1.747.816
3	BPP	PRE	MKS	-	BPP	663	1.747.816
4	PRE	MKS	PAL	-	PRE	863	929.385
5	PRE	MKS	KLK	-	PRE	668	840.898
6	PRE	MKS	RAH	-	PRE	725	800.280
7	PRE	MKS	BAU	-	PRE	717	850.517
8	PRE	MKS	KDR	-	PRE	1.067	981.866
9	PRE	BAU	KDR	-	PRE	1.055	335.403
10	PRE	BAU	RAH	-	PRE	730	153.818
11	PRE	RAH	KLK	-	PRE	732	144.199
12	PRE	RAH	PAL	-	PRE	1.077	232.686
13	PRE	RAH	KDR	-	PRE	938	285.166
14	PRE	MKS	PAL	KLK	PRE	828	1.021.793
15	PRE	MKS	PAL	RAH	PRE	1.106	981.175
16	PRE	MKS	PAL	BAU	PRE	1.011	1.031.413
17	PRE	MKS	PAL	KDR	PRE	1.365	1.162.761
18	PRE	MKS	KLK	RAH	PRE	860	892.689
19	PRE	MKS	KLK	BAU	PRE	963	942.926
20	PRE	MKS	KLK	KDR	PRE	1.419	1.074.274
21	PRE	MKS	RAH	BAU	PRE	775	902.308

No.	Rute					Jarak (Nm)	Demand (Ton)
22	PRE	RAH	BAU	KDR	PRE	1.105	387.194
23	PRE	RAH	KLK	PAL	PRE	991	325.094
24	MKS	PAL	PRE	-	MKS	863	519.724
25	MKS	PAL	KLK	-	MKS	700	273.303
26	MKS	PAL	RAH	-	MKS	895	232.686
27	MKS	PAL	BAU	-	MKS	792	282.923
28	MKS	PAL	KDR	-	MKS	1.134	414.271
29	MKS	KLK	RAH	-	MKS	697	144.199
30	MKS	KLK	BAU	-	MKS	684	194.436
31	MKS	KLK	KDR	-	MKS	1.188	325.784
32	MKS	KLK	PAL	-	MKS	700	273.303
33	MKS	RAH	BAU	-	MKS	556	153.818
34	MKS	RAH	KLK	-	MKS	649	144.199
35	MKS	RAH	PAL	-	MKS	895	232.686
36	MKS	RAH	KDR	-	MKS	752	285.166
37	MKS	PAL	KLK	RAH	MKS	809	325.094
38	MKS	PAL	KLK	BAU	MKS	844	375.331
39	MKS	PAL	RAH	BAU	MKS	937	334.713
40	MKS	PAL	RAH	KDR	MKS	1.133	466.061
41	MKS	PAL	BAU	RAH	MKS	965	334.713
42	MKS	PAL	BAU	KDR	MKS	1.155	516.298
43	MKS	PAL	BAU	KLK	MKS	978	375.331
44	MKS	KLK	RAH	BAU	MKS	691	246.226
45	MKS	KLK	RAH	KDR	MKS	887	377.574
46	MKS	KLK	BAU	KDR	MKS	1.047	427.812
47	MKS	RAH	KLK	PAL	MKS	1.007	325.094
48	MKS	RAH	BAU	KDR	MKS	919	387.194
49	MKS	BAU	RAH	KLK	MKS	691	246.226
50	MKS	BAU	RAH	PAL	MKS	937	334.713
51	MKS	BAU	KLK	PAL	MKS	844	375.331

## PERHITUNGAN BIAYA BAHAN BAKAR

NO.	Pelabuhan						Jarak (Nm)	BIAYA BAHAN BAKAR (JT-RP) – ZONA 1								
	Origin	Destinnation						Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
1	BPP	DGL				BPP	360	1.044,04	245,66	479,99	500,01	118,21	583,30	434,63	470,84	319,36
2	BPP	TOL				BPP	566	1.641,46	314,15	613,82	639,43	151,17	811,88	683,33	740,27	408,40
3	BPP	BTG				BPP	1340	2.212,41	607,24	1.119,80	1.235,98	275,79	1.507,01	1.074,35	1.163,88	789,42
4	BPP	GOR				BPP	1550	2.559,14	662,93	1.240,20	1.349,33	305,44	1.704,77	1.242,72	1.270,62	861,81
5	BPP	DGL	TOL			BPP	642	1.861,87	438,09	696,24	891,69	171,47	849,30	630,44	839,67	569,52
6	BPP	DGL	BTG			BPP	1332	2.753,79	705,39	1.113,11	1.435,75	274,14	1.498,01	1.067,94	1.352,00	917,01
7	BPP	DGL	GOR			BPP	1587	2.950,60	779,80	1.269,80	1.587,21	312,73	1.713,28	1.200,88	1.494,62	1.013,74
8	BPP	TOL	BTG			BPP	1303	2.693,83	690,03	1.088,88	1.404,49	268,18	1.465,40	1.044,69	1.322,56	897,04
9	BPP	TOL	GOR			BPP	1598	2.971,05	785,21	1.278,60	1.598,21	314,90	1.725,16	1.209,20	1.504,98	1.020,77
10	BPP	BTG	GOR			BPP	1627	3.024,97	799,46	1.301,81	1.627,21	320,62	1.756,47	1.231,14	1.532,29	1.039,29
11	BPP	DGL	TOL	BTG		BPP	1379	3.425,10	835,64	1.152,39	1.557,89	283,82	1.550,87	1.105,62	1.601,65	1.086,34
12	BPP	DGL	TOL	GOR		BPP	1674	3.693,16	868,23	1.339,41	1.767,20	329,88	1.807,21	1.266,71	1.780,85	1.128,70
13	BPP	TOL	BTG	GOR		BPP	1590	3.507,84	882,51	1.272,20	1.796,27	313,33	1.716,52	1.203,15	1.691,49	1.147,27
14	BPP	DGL	BTG	GOR		BPP	1619	3.571,82	898,61	1.295,41	1.829,03	319,04	1.747,83	1.225,09	1.722,34	1.168,19
15	BPP	DGL	TOL	BTG	GOR	BPP	1666	4.253,55	955,00	1.333,01	1.943,81	328,30	1.798,57	1.260,66	1.975,65	1.241,51
16	DGL	TOL	BTG			DGL	1199	2.853,22	634,96	1.061,64	1.292,39	261,47	1.385,58	1.042,34	1.217,00	825,44
17	DGL	TOL	TAH			DGL	986	2.346,35	578,66	946,64	1.177,80	233,14	1.178,71	857,17	1.109,10	752,26
18	DGL	TOL	GOR			DGL	1351	2.793,07	715,45	1.128,99	1.456,23	278,05	1.519,38	1.083,17	1.371,28	930,09
19	DGL	TOL	BTG	TAH		DGL	1168	3.387,33	707,78	1.034,19	1.440,62	254,71	1.349,76	1.015,40	1.356,58	920,12
20	DGL	TOL	BTG	GOR		DGL	1343	3.335,69	813,83	1.122,31	1.656,46	276,41	1.510,38	1.076,76	1.559,84	1.057,98
21	DGL	TOL	TAH	BTG		DGL	1143	3.314,82	692,63	1.012,05	1.409,78	249,25	1.320,87	993,66	1.494,93	900,42
22	DGL	TOL	TAH	GOR		DGL	1477	3.668,51	819,79	1.234,29	1.668,61	303,99	1.624,48	1.184,19	1.571,27	1.065,73
23	DGL	TOL	GOR	LWK		DGL	3194	5.031,68	1.366,07	2.241,22	2.780,49	551,98	3.139,76	2.089,79	2.618,29	1.775,89

NO.	Pelabuhan						Jarak (Nm)	BIAYA BAHAN BAKAR (JT-RP) – ZONA 1								
	Origin	Destinnation						Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
24	DGL	BTG	TAH			DGL	1121	2.667,61	593,65	992,57	1.208,31	244,46	1.295,44	974,54	1.260,95	771,74
25	DGL	BTG	GOR			DGL	1296	2.679,36	686,32	1.083,03	1.396,94	266,73	1.457,53	1.039,08	1.315,46	892,22
26	DGL	BTG	TAH	GOR		DGL	1612	3.556,38	894,72	1.289,80	1.821,12	317,66	1.740,27	1.219,79	1.714,89	1.163,14
27	DGL	BTG	GOR	LWK		DGL	1662	3.666,69	862,01	1.329,81	1.754,53	327,51	1.794,25	1.257,63	1.768,08	1.120,61
28	DGL	GOR	LWK			DGL	1630	3.030,55	800,93	1.304,21	1.539,68	321,21	1.759,71	1.233,41	1.535,12	1.041,21
29	DGL	TAH	BTG			DGL	1121	2.667,61	593,65	992,57	1.208,31	244,46	1.295,44	974,54	1.260,95	771,74
30	DGL	TAH	GOR			DGL	1455	3.008,08	714,94	1.215,90	1.455,19	299,46	1.600,28	1.166,55	1.370,31	929,42
31	DGL	TAH	LWK			DGL	1721	3.199,74	798,68	1.377,02	1.625,64	339,14	1.828,87	1.302,27	1.620,82	1.038,29
32	DGL	TAH	BTG	LWK		DGL	1721	3.796,85	892,61	1.377,02	1.816,81	339,14	1.828,87	1.302,27	1.830,85	1.160,39
33	DGL	TAH	BTG	GOR		DGL	1453	3.608,90	806,47	1.214,23	1.641,49	299,05	1.598,08	1.164,95	1.545,74	1.048,42
34	DGL	TAH	GOR	LWK		DGL	1821	4.017,47	944,47	1.408,49	1.922,38	346,89	1.935,14	1.377,94	1.810,24	1.227,82
35	TOL	BTG	TAH			TOL	832	2.412,89	488,28	798,78	993,85	196,73	1.038,79	817,02	1.088,17	634,76
36	TOL	BTG	GOR			TOL	1072	2.551,01	629,13	949,19	1.280,53	233,77	1.281,51	931,94	1.205,83	817,87
37	TOL	BTG	MOU			TOL	1175	2.796,11	622,25	1.040,38	1.266,52	256,23	1.357,85	1.021,48	1.192,64	808,92
38	TOL	TAH	BTG			TOL	832	2.412,89	488,28	798,78	993,85	196,73	1.038,79	817,02	1.088,17	634,76
39	TOL	TAH	GOR			TOL	1206	2.869,88	638,66	1.067,83	1.299,93	262,99	1.393,67	1.048,43	1.224,11	830,26
40	TOL	TAH	MOU			TOL	1206	2.869,88	638,66	1.067,83	1.299,93	262,99	1.393,67	1.048,43	1.224,11	830,26
41	TOL	GOR	MOU			TOL	1268	2.621,47	671,50	1.059,63	1.366,76	260,97	1.426,04	1.016,63	1.287,04	872,95
42	TOL	GOR	PSO			TOL	1384	2.861,29	680,05	1.156,57	1.384,18	284,85	1.556,49	1.109,63	1.404,78	884,07
43	TOL	GOR	LWK			TOL	1181	2.810,39	625,42	1.045,70	1.272,99	257,54	1.364,78	1.026,70	1.198,73	813,05
44	TOL	GOR	BAG			TOL	1297	2.681,43	686,85	1.083,87	1.398,02	266,94	1.458,65	1.039,88	1.316,47	892,91
45	TOL	GOR	KOL			TOL	1303	2.693,83	690,03	1.088,88	1.404,49	268,18	1.465,40	1.044,69	1.322,56	897,04
46	TOL	BTG	TAH	GOR		TOL	1388	3.447,46	770,40	1.159,91	1.568,06	285,67	1.560,99	1.112,84	1.612,10	1.001,51
47	TOL	BTG	TAH	BAG		TOL	1679	3.704,19	870,82	1.343,41	1.772,47	330,86	1.812,61	1.270,49	1.786,17	1.132,07
48	TOL	BTG	TAH	LWK		TOL	1389	3.449,94	770,95	1.160,75	1.569,19	285,88	1.562,12	1.113,64	1.613,26	1.002,24
49	TOL	BTG	GOR	MOU		TOL	1413	3.509,55	784,27	1.180,80	1.596,31	290,82	1.554,09	1.132,88	1.641,14	1.019,55

NO.	Pelabuhan						Jarak (Nm)	BIAYA BAHAN BAKAR (JT-RP) – ZONA 1								
	Origin	Destinnation						Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
50	TOL	BTG	GOR	PSO		TOL	1376	3.417,65	833,82	1.149,88	1.554,51	283,20	1.547,50	1.103,22	1.598,16	1.083,97
51	TOL	BTG	GOR	LWK		TOL	1173	3.401,83	710,81	1.038,61	1.446,78	255,80	1.355,53	1.019,74	1.362,39	924,05
52	TOL	BTG	GOR	BAG		TOL	1295	3.216,47	784,74	1.082,19	1.597,26	266,53	1.456,40	1.038,27	1.504,09	1.020,16
53	TOL	BTG	GOR	KOL		TOL	1295	3.216,47	784,74	1.082,19	1.597,26	266,53	1.456,40	1.038,27	1.504,09	1.020,16
54	TOL	BTG	MOU	PSO		TOL	1479	3.673,48	820,90	1.235,96	1.670,87	304,40	1.626,68	1.185,80	1.573,40	1.067,18
55	TOL	BTG	MOU	LWK		TOL	1276	3.169,27	773,23	1.066,32	1.573,82	262,62	1.435,03	1.023,04	1.482,02	1.005,20
56	TOL	BTG	MOU	BAG		TOL	1419	3.524,45	787,60	1.185,82	1.603,08	292,05	1.560,69	1.137,69	1.648,11	1.023,88
57	TOL	BTG	MOU	KOL		TOL	1372	3.407,72	831,40	1.146,54	1.549,99	282,38	1.543,00	1.100,01	1.593,52	1.080,82
58	TOL	TAH	BTG	GOR		TOL	1204	3.491,73	729,60	1.066,06	1.485,02	262,56	1.391,36	1.046,69	1.398,39	948,48
59	TOL	TAH	BTG	BAG		TOL	1207	3.500,43	731,41	1.068,72	1.488,72	263,21	1.394,82	1.049,30	1.401,88	950,84
60	TOL	GOR	MOU	PSO		TOL	1572	3.468,13	872,52	1.257,80	1.775,93	309,78	1.697,09	1.189,53	1.672,34	1.134,28
61	TOL	GOR	MOU	LWK		TOL	1369	3.400,26	829,58	1.144,03	1.546,60	281,76	1.539,62	1.097,60	1.590,03	1.078,46
62	TOL	GOR	MOU	BAG		TOL	1512	3.755,44	839,22	1.209,79	1.708,15	297,95	1.662,98	1.212,25	1.608,51	1.090,99
63	TOL	GOR	MOU	KOL		TOL	1465	3.638,71	813,13	1.224,26	1.655,05	301,52	1.611,28	1.174,57	1.558,51	1.057,07
64	BTG	TAH	GOR			BTG	680	1.972,07	464,02	737,45	944,47	181,62	899,57	667,76	889,37	603,23
65	BTG	TAH	BAG			BTG	1040	2.474,86	610,35	920,85	1.242,31	226,79	1.243,26	904,12	1.169,84	793,46
66	BTG	GOR	MOU			BTG	655	1.899,57	446,96	710,34	909,74	174,95	866,50	643,21	856,67	581,05
67	BTG	GOR	PSO			BTG	720	2.088,08	491,32	780,83	1.000,02	192,31	952,49	707,04	941,69	638,71
68	BTG	GOR	LWK			BTG	534	2.104,49	466,39	579,11	949,30	142,63	765,98	644,69	893,92	606,31
69	BTG	GOR	BAG			BTG	650	1.885,07	443,55	704,91	902,80	173,61	859,88	638,30	850,14	576,61
70	BTG	GOR	KOL			BTG	773	2.241,78	527,48	742,14	1.073,64	182,78	1.022,60	759,08	1.011,01	685,73
71	BTG	BAG	KOL			BTG	693	2.009,78	472,89	751,55	962,52	185,10	916,77	680,52	906,37	614,76
72	BTG	TAH	GOR	MOU		BTG	971	2.816,01	662,59	932,24	1.348,64	229,60	1.160,77	844,13	1.269,97	861,37
73	BTG	TAH	GOR	PSO		BTG	1036	3.004,51	706,95	917,31	1.438,92	225,92	1.238,48	900,64	1.354,98	919,03
74	BTG	TAH	GOR	LWK		BTG	850	3.054,92	580,03	816,07	1.180,58	200,99	1.061,27	834,70	1.319,18	754,03
75	BTG	TAH	GOR	BAG		BTG	966	2.801,51	659,18	927,44	1.341,70	228,41	1.154,80	839,79	1.263,43	856,94

NO.	Pelabuhan						Jarak (Nm)	BIAYA BAHAN BAKAR (JT-RP) – ZONA 1								
	Origin	Destinnation						Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
76	BTG	TAH	GOR	KOL		BTG	1089	3.158,22	743,11	964,24	1.343,18	237,48	1.301,84	946,72	1.424,30	966,05
77	BTG	TAH	BAG	LWK		BTG	1090	3.161,12	743,80	965,12	1.344,41	237,70	1.303,03	947,59	1.425,61	966,94
78	BTG	TAH	BAG	KOL		BTG	1297	3.221,43	785,95	1.083,87	1.599,73	266,94	1.458,65	1.039,88	1.506,41	1.021,74
79	BTG	GOR	MOU	PSO		BTG	908	3.263,38	619,60	871,75	1.261,14	214,70	1.133,68	891,65	1.187,57	805,48
80	BTG	GOR	MOU	LWK		BTG	722	2.594,89	584,62	783,00	1.189,94	192,84	955,13	709,00	1.120,52	760,01
81	BTG	GOR	MOU	BAG		BTG	865	3.108,83	590,26	830,47	1.201,42	204,53	1.079,99	849,43	1.131,33	767,34
82	BTG	GOR	MOU	KOL		BTG	935	3.360,42	638,03	897,67	1.298,64	221,08	1.167,39	918,16	1.222,89	829,44
83	BTG	GOR	LWK	BAG		BTG	584	2.909,41	472,88	633,34	962,50	155,98	837,70	705,06	906,35	614,74
84	BTG	GOR	LWK	KOL		BTG	701	2.519,41	567,62	760,22	1.155,33	187,23	927,35	688,38	1.087,93	737,90
85	BTG	GOR	BAG	KOL		BTG	817	2.936,32	661,55	784,38	1.134,75	193,18	1.020,06	802,29	1.267,96	860,01
86	GOR	MOU	PSO			GOR	526	2.072,96	459,41	570,44	935,08	140,49	754,50	635,04	880,53	597,23
87	GOR	MOU	LWK			GOR	456	1.797,09	398,27	607,98	810,64	149,74	738,85	550,53	763,35	517,75
88	GOR	MOU	BAG			GOR	715	2.073,58	487,90	775,41	993,08	190,97	945,87	702,13	935,15	634,27
89	GOR	MOU	KOL			GOR	674	1.954,67	459,93	730,94	936,13	180,02	891,63	661,86	881,52	597,90
90	GOR	PSO	LWK			GOR	556	2.191,19	379,40	602,97	772,24	148,50	797,54	671,25	930,75	493,23
91	GOR	PSO	BAG			GOR	672	1.948,87	458,56	728,77	933,35	179,49	888,99	659,90	878,91	596,13
92	GOR	PSO	KOL			GOR	678	1.966,27	462,66	735,28	941,69	181,09	896,92	665,79	886,76	601,45
93	GOR	LWK	PSO			GOR	556	2.191,19	379,40	602,97	772,24	148,50	797,54	671,25	930,75	493,23
94	GOR	LWK	BAG			GOR	434	1.710,39	379,05	578,65	771,53	142,51	703,21	523,97	726,52	492,77
95	GOR	BAG	KOL			GOR	646	1.873,47	440,82	700,58	897,24	172,54	854,59	634,37	844,90	573,07
96	GOR	MOU	PSO	LWK		GOR	744	2.673,96	602,44	714,30	1.226,20	175,92	984,24	730,60	1.154,67	783,17
97	GOR	MOU	LWK	BAG		GOR	622	3.098,72	503,65	674,55	1.025,13	166,13	892,21	750,94	965,33	654,74
98	GOR	MOU	LWK	PSO		GOR	744	2.673,96	602,44	714,30	1.226,20	175,92	984,24	730,60	1.154,67	783,17
99	GOR	PSO	LWK	BAG		GOR	722	2.594,89	584,62	783,00	1.189,94	192,84	955,13	709,00	1.120,52	760,01
100	GOR	PSO	LWK	KOL		GOR	728	2.616,45	589,48	789,50	1.199,83	194,44	963,07	714,89	1.129,84	766,32
101	GOR	LWK	BAG	KOL		GOR	580	2.889,48	469,64	629,00	955,91	154,91	831,96	700,23	900,14	610,53

NO.	Pelabuhan					Jarak (Nm)	BIAYA BAHAN BAKAR (JT-RP) - ZONA 2									
	Origin	Destinnation					Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9	
1	BPP	PRE			BPP	490	1.421,05	334,37	653,32	680,57	160,90	702,87	591,57	640,87	434,68	
2	BPP	MKS			BPP	580	1.682,06	321,92	629,00	655,24	154,91	831,96	700,23	617,02	418,50	
3	BPP	PRE	MKS		BPP	663	1.922,77	452,42	719,01	920,85	177,08	877,08	651,06	867,14	588,15	
4	PRE	MKS	PAL		PRE	863	2.502,79	506,47	828,55	1.030,88	204,06	1.077,50	847,46	1.128,72	658,42	
5	PRE	MKS	KLK		PRE	668	1.937,27	455,83	724,44	927,80	178,42	883,70	655,97	873,68	592,58	
6	PRE	MKS	RAH		PRE	725	2.102,58	494,73	786,25	1.006,97	193,64	959,10	711,95	948,23	643,15	
7	PRE	MKS	BAU		PRE	717	2.079,38	489,27	777,58	995,86	191,51	948,52	704,09	937,76	636,05	
8	PRE	MKS	KDR		PRE	1067	2.539,11	626,20	944,76	1.274,56	232,68	1.275,54	927,59	1.200,21	814,06	
9	PRE	BAU	KDR		PRE	1055	2.510,55	619,15	934,13	1.260,23	230,06	1.261,19	917,16	1.186,71	804,90	
10	PRE	BAU	RAH		PRE	730	2.117,08	498,14	791,67	1.013,91	194,98	965,71	716,86	954,77	647,58	
11	PRE	RAH	KLK		PRE	732	2.122,88	499,50	793,84	1.016,69	195,51	968,36	718,82	957,38	649,36	
12	PRE	RAH	PAL		PRE	1077	2.562,90	632,07	953,61	1.286,50	234,86	1.287,49	936,28	1.211,46	821,68	
13	PRE	RAH	KDR		PRE	938	2.232,13	550,49	900,55	1.120,47	221,79	1.121,32	815,45	1.055,11	715,64	
14	PRE	MKS	PAL	KLK	PRE	828	2.975,86	670,45	794,94	1.150,03	195,78	1.033,80	813,09	1.285,03	871,59	
15	PRE	MKS	PAL	RAH	PRE	1106	3.207,52	670,21	979,29	1.364,15	241,19	1.278,11	961,50	1.446,54	871,27	
16	PRE	MKS	PAL	BAU	PRE	1011	2.932,01	689,89	895,17	1.404,20	220,47	1.208,59	878,91	1.322,29	896,86	
17	PRE	MKS	PAL	KDR	PRE	1365	3.390,33	827,16	1.140,69	1.542,08	280,94	1.535,13	1.094,40	1.585,39	1.075,31	
18	PRE	MKS	KLK	RAH	PRE	860	3.090,86	586,85	825,67	1.194,47	203,35	1.073,75	844,52	1.334,70	762,90	
19	PRE	MKS	KLK	BAU	PRE	963	2.792,81	657,13	924,55	1.337,53	227,70	1.151,21	837,18	1.259,51	854,28	
20	PRE	MKS	KLK	KDR	PRE	1419	3.524,45	787,60	1.185,82	1.603,08	292,05	1.560,69	1.137,69	1.648,11	1.023,88	
21	PRE	MKS	RAH	BAU	PRE	775	2.785,37	627,54	744,06	1.277,29	183,25	1.025,25	761,05	1.202,78	815,80	
22	PRE	RAH	BAU	KDR	PRE	1105	3.204,62	669,60	978,40	1.362,91	240,97	1.276,95	960,63	1.445,23	870,49	
23	PRE	RAH	KLK	PAL	PRE	991	2.874,01	676,24	877,47	1.376,42	216,11	1.184,68	861,52	1.296,13	879,11	
24	MKS	PAL	PRE		MKS	863	2.502,79	506,47	828,55	1.030,88	204,06	1.077,50	847,46	1.128,72	658,42	
25	MKS	PAL	KLK		MKS	700	2.030,08	477,67	759,14	972,24	186,97	926,03	687,40	915,53	620,97	



NO.	Pelabuhan					Jarak (Nm)	BIAYA BAHAN BAKAR (JT-RP) - ZONA 2									
	Origin	Destinnation					Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9	
26	MKS	PAL	RAH		MKS	895	2.595,60	525,25	859,27	1.069,10	211,63	1.117,45	878,88	1.006,74	682,83	
27	MKS	PAL	BAU		MKS	792	2.296,89	540,45	760,38	1.100,03	187,27	988,85	777,74	1.035,86	702,58	
28	MKS	PAL	KDR		MKS	1134	2.698,55	600,53	1.004,08	1.222,33	247,29	1.310,46	985,84	1.275,57	780,69	
29	MKS	KLK	RAH		MKS	697	2.021,38	475,62	755,89	968,08	186,16	922,06	684,45	911,61	618,31	
30	MKS	KLK	BAU		MKS	684	1.983,67	466,75	741,79	950,02	182,69	904,86	671,68	894,60	606,77	
31	MKS	KLK	KDR		MKS	1188	2.827,05	629,13	1.051,90	1.280,53	259,07	1.372,87	1.032,78	1.205,83	817,87	
32	MKS	KLK	PAL		MKS	700	2.030,08	477,67	759,14	972,24	186,97	926,03	687,40	915,53	620,97	
33	MKS	RAH	BAU		MKS	556	2.191,19	379,40	602,97	772,24	148,50	797,54	671,25	930,75	493,23	
34	MKS	RAH	KLK		MKS	649	1.882,17	442,87	703,83	901,41	173,34	858,56	637,31	848,83	575,73	
35	MKS	RAH	PAL		MKS	895	2.595,60	525,25	859,27	1.069,10	211,63	1.117,45	878,88	1.006,74	682,83	
36	MKS	RAH	KDR		MKS	752	2.180,88	513,15	721,98	1.044,47	177,81	994,82	738,46	983,54	667,10	
37	MKS	PAL	KLK	RAH	MKS	809	2.907,57	655,07	776,70	1.333,32	191,29	1.010,08	794,43	1.255,55	851,59	
38	MKS	PAL	KLK	BAU	MKS	844	3.033,36	575,93	810,31	1.172,25	199,57	1.053,77	828,80	1.309,87	748,71	
39	MKS	PAL	RAH	BAU	MKS	937	2.717,40	639,39	899,59	1.301,42	221,56	1.120,13	814,58	1.225,50	831,21	
40	MKS	PAL	RAH	KDR	MKS	1133	3.285,82	686,57	1.003,20	1.397,45	247,07	1.309,31	984,97	1.481,85	892,54	
41	MKS	PAL	BAU	RAH	MKS	965	2.798,61	658,50	926,48	1.340,31	228,18	1.153,60	838,92	1.262,12	856,05	
42	MKS	PAL	BAU	KDR	MKS	1155	3.349,63	699,90	1.022,68	1.424,58	251,87	1.334,73	1.004,09	1.341,48	909,87	
43	MKS	PAL	BAU	KLK	MKS	978	2.836,31	667,37	938,96	1.358,36	231,25	1.169,14	850,22	1.279,13	867,58	
44	MKS	KLK	RAH	BAU	MKS	691	2.483,47	559,52	749,38	1.138,85	184,56	914,12	678,56	1.072,41	727,38	
45	MKS	KLK	RAH	KDR	MKS	887	3.187,90	605,27	851,59	1.231,97	209,73	1.107,46	871,03	1.160,11	786,86	
46	MKS	KLK	BAU	KDR	MKS	1047	3.036,41	714,45	927,05	1.454,20	228,32	1.251,63	910,20	1.369,37	928,79	
47	MKS	RAH	KLK	PAL	MKS	1007	2.920,41	687,16	891,63	1.398,64	219,60	1.203,81	875,43	1.317,06	893,31	
48	MKS	RAH	BAU	KDR	MKS	919	3.302,91	627,11	882,31	1.276,42	217,30	1.147,42	902,45	1.201,96	815,24	
49	MKS	BAU	RAH	KLK	MKS	691	2.483,47	559,52	749,38	1.138,85	184,56	914,12	678,56	1.072,41	727,38	
50	MKS	BAU	RAH	PAL	MKS	937	2.717,40	639,39	899,59	1.301,42	221,56	1.120,13	814,58	1.225,50	831,21	
51	MKS	BAU	KLK	PAL	MKS	844	3.033,36	575,93	810,31	1.172,25	199,57	1.053,77	828,80	1.309,87	748,71	

## PERHITUNGAN WAKTU BERLAYAR

NO.	Pelabuhan						Jarak (Nm)	Waktu Berlayar (Hari) – ZONA 1								
	Origin	Destination						Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
1	BPP	DGL				BPP	360	2	2	2	2	2	3	2	2	2
2	BPP	TOL				BPP	566	2	3	3	3	3	4	2	2	3
3	BPP	BTG				BPP	1340	5	5	6	5	6	9	5	5	5
4	BPP	GOR				BPP	1550	5	6	7	6	7	10	5	6	6
5	BPP	DGL	TOL			BPP	642	3	3	3	3	3	5	3	3	3
6	BPP	DGL	BTG			BPP	1332	5	5	6	5	6	9	5	5	5
7	BPP	DGL	GOR			BPP	1587	6	6	7	6	7	11	6	6	6
8	BPP	TOL	BTG			BPP	1303	5	5	6	5	6	9	5	5	5
9	BPP	TOL	GOR			BPP	1598	6	6	7	6	7	11	6	6	6
10	BPP	BTG	GOR			BPP	1627	6	6	7	6	7	11	6	6	6
11	BPP	DGL	TOL	BTG		BPP	1379	5	5	6	6	6	9	5	5	5
12	BPP	DGL	TOL	GOR		BPP	1674	6	7	7	7	7	11	6	6	7
13	BPP	TOL	BTG	GOR		BPP	1590	6	6	7	6	7	11	6	6	6
14	BPP	DGL	BTG	GOR		BPP	1619	6	6	7	6	7	11	6	6	6
15	BPP	DGL	TOL	BTG	GOR	BPP	1666	6	7	7	7	7	11	6	6	7
16	DGL	TOL	BTG			DGL	1199	4	5	5	5	5	8	4	5	5
17	DGL	TOL	TAH			DGL	986	4	4	4	4	4	7	4	4	4
18	DGL	TOL	GOR			DGL	1351	5	5	6	5	6	9	5	5	5
19	DGL	TOL	BTG	TAH		DGL	1168	4	5	5	5	5	8	4	5	5
20	DGL	TOL	BTG	GOR		DGL	1343	5	5	6	5	6	9	5	5	5
21	DGL	TOL	TAH	BTG		DGL	1143	4	5	5	5	5	8	4	4	5
22	DGL	TOL	TAH	GOR		DGL	1477	5	6	6	6	6	10	5	6	6
23	DGL	TOL	GOR	LWK		DGL	3194	11	12	13	12	13	21	11	12	12
24	DGL	BTG	TAH	0		DGL	1121	4	5	5	5	5	8	4	4	5

NO.	Pelabuhan						Jarak (Nm)	Waktu Berlayar (Hari) – ZONA 1								
	Origin	Destination						Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
25	DGL	BTG	GOR	0		DGL	1296	5	5	6	5	6	9	5	5	5
26	DGL	BTG	TAH	GOR		DGL	1612	6	6	7	6	7	11	6	6	6
27	DGL	BTG	GOR	LWK		DGL	1662	6	7	7	7	7	11	6	6	7
28	DGL	GOR	LWK	0		DGL	1630	6	6	7	7	7	11	6	6	6
29	DGL	TAH	BTG	0		DGL	1121	4	5	5	5	5	8	4	4	5
30	DGL	TAH	GOR	0		DGL	1455	5	6	6	6	6	10	5	6	6
31	DGL	TAH	LWK	0		DGL	1721	6	7	7	7	7	12	6	6	7
32	DGL	TAH	BTG	LWK		DGL	1721	6	7	7	7	7	12	6	6	7
33	DGL	TAH	BTG	GOR		DGL	1453	5	6	6	6	6	10	5	6	6
34	DGL	TAH	GOR	LWK		DGL	1821	6	7	8	7	8	12	6	7	7
35	TOL	BTG	TAH	0		TOL	832	3	4	4	4	4	6	3	3	4
36	TOL	BTG	GOR	0		TOL	1072	4	4	5	4	5	7	4	4	4
37	TOL	BTG	MOU			TOL	1175	4	5	5	5	5	8	4	5	5
38	TOL	TAH	BTG			TOL	832	3	4	4	4	4	6	3	3	4
39	TOL	TAH	GOR			TOL	1206	4	5	5	5	5	8	4	5	5
40	TOL	TAH	MOU			TOL	1206	4	5	5	5	5	8	4	5	5
41	TOL	GOR	MOU			TOL	1268	5	5	6	5	6	9	5	5	5
42	TOL	GOR	PSO			TOL	1384	5	6	6	6	6	9	5	5	6
43	TOL	GOR	LWK			TOL	1181	4	5	5	5	5	8	4	5	5
44	TOL	GOR	BAG			TOL	1297	5	5	6	5	6	9	5	5	5
45	TOL	GOR	KOL			TOL	1303	5	5	6	5	6	9	5	5	5
46	TOL	BTG	TAH	GOR		TOL	1388	5	6	6	6	6	9	5	5	6
47	TOL	BTG	TAH	BAG		TOL	1679	6	7	7	7	7	11	6	6	7
48	TOL	BTG	TAH	LWK		TOL	1389	5	6	6	6	6	9	5	5	6
49	TOL	BTG	GOR	MOU		TOL	1413	5	6	6	6	6	10	5	5	6
50	TOL	BTG	GOR	PSO		TOL	1376	5	5	6	6	6	9	5	5	5

NO.	Pelabuhan						Jarak (Nm)	Waktu Berlayar (Hari) – ZONA 1								
	Origin	Destination						Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
51	TOL	BTG	GOR	LWK		TOL	1173	4	5	5	5	5	8	4	5	5
52	TOL	BTG	GOR	BAG		TOL	1295	5	5	6	5	6	9	5	5	5
53	TOL	BTG	GOR	KOL		TOL	1295	5	5	6	5	6	9	5	5	5
54	TOL	BTG	MOU	PSO		TOL	1479	5	6	6	6	6	10	5	6	6
55	TOL	BTG	MOU	LWK		TOL	1276	5	5	6	5	6	9	5	5	5
56	TOL	BTG	MOU	BAG		TOL	1419	5	6	6	6	6	10	5	5	6
57	TOL	BTG	MOU	KOL		TOL	1372	5	5	6	6	6	9	5	5	5
58	TOL	TAH	BTG	GOR		TOL	1204	4	5	5	5	5	8	4	5	5
59	TOL	TAH	BTG	BAG		TOL	1207	4	5	5	5	5	8	4	5	5
60	TOL	GOR	MOU	PSO		TOL	1572	6	6	7	6	7	11	6	6	6
61	TOL	GOR	MOU	LWK		TOL	1369	5	5	6	6	6	9	5	5	5
62	TOL	GOR	MOU	BAG		TOL	1512	5	6	7	6	7	10	5	6	6
63	TOL	GOR	MOU	KOL		TOL	1465	5	6	6	6	6	10	5	6	6
64	BTG	TAH	GOR			BTG	680	3	3	3	3	3	5	3	3	3
65	BTG	TAH	BAG			BTG	1040	4	4	5	4	5	7	4	4	4
66	BTG	GOR	MOU			BTG	655	3	3	3	3	3	5	3	3	3
67	BTG	GOR	PSO			BTG	720	3	3	3	3	3	5	3	3	3
68	BTG	GOR	LWK			BTG	534	2	2	3	2	3	4	2	2	2
69	BTG	GOR	BAG			BTG	650	3	3	3	3	3	5	3	3	3
70	BTG	GOR	KOL			BTG	773	3	3	4	3	4	5	3	3	3
71	BTG	BAG	KOL			BTG	693	3	3	3	3	3	5	3	3	3
72	BTG	TAH	GOR	MOU		BTG	971	4	4	4	4	4	7	4	4	4
73	BTG	TAH	GOR	PSO		BTG	1036	4	4	5	4	5	7	4	4	4
74	BTG	TAH	GOR	LWK		BTG	850	3	4	4	4	4	6	3	3	4
75	BTG	TAH	GOR	BAG		BTG	966	4	4	4	4	4	7	4	4	4
76	BTG	TAH	GOR	KOL		BTG	1089	4	4	5	5	5	7	4	4	4

NO.	Pelabuhan						Jarak (Nm)	Waktu Berlayar (Hari) – ZONA 1								
	Origin	Destination						Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
77	BTG	TAH	BAG	LWK		BTG	1090	4	4	5	5	5	7	4	4	4
78	BTG	TAH	BAG	KOL		BTG	1297	5	5	6	5	6	9	5	5	5
79	BTG	GOR	MOU	PSO		BTG	908	3	4	4	4	4	6	3	4	4
80	BTG	GOR	MOU	LWK		BTG	722	3	3	3	3	3	5	3	3	3
81	BTG	GOR	MOU	BAG		BTG	865	3	4	4	4	4	6	3	4	4
82	BTG	GOR	MOU	KOL		BTG	935	3	4	4	4	4	6	3	4	4
83	BTG	GOR	LWK	BAG		BTG	584	2	3	3	3	3	4	2	3	3
84	BTG	GOR	LWK	KOL		BTG	701	3	3	3	3	3	5	3	3	3
85	BTG	GOR	BAG	KOL		BTG	817	3	3	4	4	4	6	3	3	3
86	GOR	MOU	PSO	0		GOR	526	2	2	3	2	3	4	2	2	2
87	GOR	MOU	LWK	0		GOR	456	2	2	2	2	2	3	2	2	2
88	GOR	MOU	BAG	0		GOR	715	3	3	3	3	3	5	3	3	3
89	GOR	MOU	KOL	0		GOR	674	3	3	3	3	3	5	3	3	3
90	GOR	PSO	LWK	0		GOR	556	2	3	3	3	3	4	2	2	3
91	GOR	PSO	BAG	0		GOR	672	3	3	3	3	3	5	3	3	3
92	GOR	PSO	KOL	0		GOR	678	3	3	3	3	3	5	3	3	3
93	GOR	LWK	PSO	0		GOR	556	2	3	3	3	3	4	2	2	3
94	GOR	LWK	BAG	0		GOR	434	2	2	2	2	2	3	2	2	2
95	GOR	BAG	KOL	0		GOR	646	3	3	3	3	3	5	3	3	3
96	GOR	MOU	PSO	LWK		GOR	744	3	3	4	3	4	5	3	3	3
97	GOR	MOU	LWK	BAG		GOR	622	2	3	3	3	3	4	2	3	3
98	GOR	MOU	LWK	PSO		GOR	744	3	3	4	3	4	5	3	3	3
99	GOR	PSO	LWK	BAG		GOR	722	3	3	3	3	3	5	3	3	3
100	GOR	PSO	LWK	KOL		GOR	728	3	3	3	3	3	5	3	3	3
101	GOR	LWK	BAG	KOL		GOR	580	2	3	3	3	3	4	2	3	3

NO.	Pelabuhan					Jarak (Nm)	Waktu Berlayar (Hari) - ZONA 2								
	Origin	Destination					Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
1	BPP	PRE			BPP	490	2	2	2	2	2	4	2	2	2
2	BPP	MKS			BPP	580	2	3	3	3	3	4	2	3	3
3	BPP	PRE	MKS		BPP	663	3	3	3	3	3	5	3	3	3
4	PRE	MKS	PAL		PRE	863	3	4	4	4	4	6	3	3	4
5	PRE	MKS	KLK		PRE	668	3	3	3	3	3	5	3	3	3
6	PRE	MKS	RAH		PRE	725	3	3	3	3	3	5	3	3	3
7	PRE	MKS	BAU		PRE	717	3	3	3	3	3	5	3	3	3
8	PRE	MKS	KDR		PRE	1067	4	4	5	4	5	7	4	4	4
9	PRE	BAU	KDR		PRE	1055	4	4	5	4	5	7	4	4	4
10	PRE	BAU	RAH		PRE	730	3	3	3	3	3	5	3	3	3
11	PRE	RAH	KLK		PRE	732	3	3	3	3	3	5	3	3	3
12	PRE	RAH	PAL		PRE	1077	4	4	5	4	5	7	4	4	4
13	PRE	RAH	KDR		PRE	938	4	4	4	4	4	7	4	4	4
14	PRE	MKS	PAL	KLK	PRE	828	3	3	4	4	4	6	3	3	3
15	PRE	MKS	PAL	RAH	PRE	1106	4	5	5	5	5	8	4	4	5
16	PRE	MKS	PAL	BAU	PRE	1011	4	4	5	4	5	7	4	4	4
17	PRE	MKS	PAL	KDR	PRE	1365	5	5	6	6	6	9	5	5	5
18	PRE	MKS	KLK	RAH	PRE	860	3	4	4	4	4	6	3	3	4
19	PRE	MKS	KLK	BAU	PRE	963	4	4	4	4	4	7	4	4	4
20	PRE	MKS	KLK	KDR	PRE	1419	5	6	6	6	6	10	5	5	6
21	PRE	MKS	RAH	BAU	PRE	775	3	3	4	3	4	5	3	3	3
22	PRE	RAH	BAU	KDR	PRE	1105	4	5	5	5	5	8	4	4	5
23	PRE	RAH	KLK	PAL	PRE	991	4	4	5	4	5	7	4	4	4
24	MKS	PAL	PRE		MKS	863	3	4	4	4	4	6	3	3	4
25	MKS	PAL	KLK		MKS	700	3	3	3	3	3	5	3	3	3
26	MKS	PAL	RAH		MKS	895	3	4	4	4	4	6	3	4	4

NO.	Pelabuhan					Jarak (Nm)	Waktu Berlayar (Hari) - ZONA 2								
	Origin	Destination					Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
27	MKS	PAL	BAU		MKS	792	3	3	4	3	4	6	3	3	3
28	MKS	PAL	KDR		MKS	1134	4	5	5	5	5	8	4	4	5
29	MKS	KLK	RAH		MKS	697	3	3	3	3	3	5	3	3	3
30	MKS	KLK	BAU		MKS	684	3	3	3	3	3	5	3	3	3
31	MKS	KLK	KDR		MKS	1188	4	5	5	5	5	8	4	5	5
32	MKS	KLK	PAL		MKS	700	3	3	3	3	3	5	3	3	3
33	MKS	RAH	BAU		MKS	556	2	3	3	3	3	4	2	2	3
34	MKS	RAH	KLK		MKS	649	3	3	3	3	3	5	3	3	3
35	MKS	RAH	PAL		MKS	895	3	4	4	4	4	6	3	4	4
36	MKS	RAH	KDR		MKS	752	3	3	4	3	4	5	3	3	3
37	MKS	PAL	KLK	RAH	MKS	809	3	3	4	3	4	6	3	3	3
38	MKS	PAL	KLK	BAU	MKS	844	3	4	4	4	4	6	3	3	4
39	MKS	PAL	RAH	BAU	MKS	937	4	4	4	4	4	7	4	4	4
40	MKS	PAL	RAH	KDR	MKS	1133	4	5	5	5	5	8	4	4	5
41	MKS	PAL	BAU	RAH	MKS	965	4	4	4	4	4	7	4	4	4
42	MKS	PAL	BAU	KDR	MKS	1155	4	5	5	5	5	8	4	5	5
43	MKS	PAL	BAU	KLK	MKS	978	4	4	4	4	4	7	4	4	4
44	MKS	KLK	RAH	BAU	MKS	691	3	3	3	3	3	5	3	3	3
45	MKS	KLK	RAH	KDR	MKS	887	3	4	4	4	4	6	3	4	4
46	MKS	KLK	BAU	KDR	MKS	1047	4	4	5	4	5	7	4	4	4
47	MKS	RAH	KLK	PAL	MKS	1007	4	4	5	4	5	7	4	4	4
48	MKS	RAH	BAU	KDR	MKS	919	3	4	4	4	4	6	3	4	4
49	MKS	BAU	RAH	KLK	MKS	691	3	3	3	3	3	5	3	3	3
50	MKS	BAU	RAH	PAL	MKS	937	4	4	4	4	4	7	4	4	4
51	MKS	BAU	KLK	PAL	MKS	844	3	4	4	4	4	6	3	3	4

## PERHITUNGAN WAKTU PELABUHAN

NO.	Pelabuhan						Jarak (Nm)	Waktu Pelabuhan (Hari) – ZONA 1									
	Origin	Destination						Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9	
1	BPP	DGL				BPP	360	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	BPP	TOL				BPP	566	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	BPP	BTG				BPP	1340	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	BPP	GOR				BPP	1550	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	BPP	DGL	TOL			BPP	642	6	3	2	3	2	2	2	3	3	3
6	BPP	DGL	BTG			BPP	1332	6	3	2	3	2	2	2	3	3	3
7	BPP	DGL	GOR			BPP	1587	6	3	2	3	2	2	2	3	3	3
8	BPP	TOL	BTG			BPP	1303	6	3	2	3	2	2	2	3	3	3
9	BPP	TOL	GOR			BPP	1598	6	3	2	3	2	2	2	3	3	3
10	BPP	BTG	GOR			BPP	1627	6	3	2	3	2	2	2	3	3	3
11	BPP	DGL	TOL	BTG		BPP	1379	8	4	2	4	2	2	2	4	4	4
12	BPP	DGL	TOL	GOR		BPP	1674	8	4	2	4	2	2	2	4	4	4
13	BPP	TOL	BTG	GOR		BPP	1590	8	4	2	4	2	2	2	4	4	4
14	BPP	DGL	BTG	GOR		BPP	1619	8	4	2	4	2	2	2	4	4	4
15	BPP	DGL	TOL	BTG	GOR	BPP		10	5	2	5	2	2	2	5	5	5
16	DGL	TOL	BTG			DGL	1199	6	3	2	3	2	2	2	3	3	3
17	DGL	TOL	TAH			DGL	986	6	3	2	3	2	2	2	3	3	3
18	DGL	TOL	GOR			DGL	1351	6	3	2	3	2	2	2	3	3	3
19	DGL	TOL	BTG	TAH		DGL	1168	8	4	2	4	2	2	2	4	4	4
20	DGL	TOL	BTG	GOR		DGL	1343	8	4	2	4	2	2	2	4	4	4
21	DGL	TOL	TAH	BTG		DGL	1143	8	4	2	4	2	2	2	4	4	4
22	DGL	TOL	TAH	GOR		DGL	1477	8	4	2	4	2	2	2	4	4	4
23	DGL	TOL	GOR	LWK		DGL	3194	8	4	2	4	2	2	2	4	4	4
24	DGL	BTG	TAH			DGL	1121	6	3	2	3	2	2	2	3	3	3



NO.	Pelabuhan						Jarak (Nm)	Waktu Pelabuhan (Hari) – ZONA 1								
	Origin	Destination						Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
25	DGL	BTG	GOR			DGL	1296	6	3	2	3	2	2	2	3	3
26	DGL	BTG	TAH	GOR		DGL	1612	8	4	2	4	2	2	2	4	4
27	DGL	BTG	GOR	LWK		DGL	1662	8	4	2	4	2	2	2	4	4
28	DGL	GOR	LWK			DGL	1630	6	3	2	3	2	2	2	3	3
29	DGL	TAH	BTG			DGL	1121	6	3	2	3	2	2	2	3	3
30	DGL	TAH	GOR			DGL	1455	6	3	2	3	2	2	2	3	3
31	DGL	TAH	LWK			DGL	1721	6	3	2	3	2	2	2	3	3
32	DGL	TAH	BTG	LWK		DGL	1721	8	4	2	4	2	2	2	4	4
33	DGL	TAH	BTG	GOR		DGL	1453	8	4	2	4	2	2	2	4	4
34	DGL	TAH	GOR	LWK		DGL	1821	8	4	2	4	2	2	2	4	4
35	TOL	BTG	TAH			TOL	832	6	3	2	3	2	2	2	3	3
36	TOL	BTG	GOR			TOL	1072	6	3	2	3	2	2	2	3	3
37	TOL	BTG	MOU			TOL	1175	6	3	2	3	2	2	2	3	3
38	TOL	TAH	BTG			TOL	832	6	3	2	3	2	2	2	3	3
39	TOL	TAH	GOR			TOL	1206	6	3	2	3	2	2	2	3	3
40	TOL	TAH	MOU			TOL	1206	6	3	2	3	2	2	2	3	3
41	TOL	GOR	MOU			TOL	1268	6	3	2	3	2	2	2	3	3
42	TOL	GOR	PSO			TOL	1384	6	3	2	3	2	2	2	3	3
43	TOL	GOR	LWK			TOL	1181	6	3	2	3	2	2	2	3	3
44	TOL	GOR	BAG			TOL	1297	6	3	2	3	2	2	2	3	3
45	TOL	GOR	KOL			TOL	1303	6	3	2	3	2	2	2	3	3
46	TOL	BTG	TAH	GOR		TOL	1388	8	4	2	4	2	2	2	4	4
47	TOL	BTG	TAH	BAG		TOL	1679	8	4	2	4	2	2	2	4	4
48	TOL	BTG	TAH	LWK		TOL	1389	8	4	2	4	2	2	2	4	4
49	TOL	BTG	GOR	MOU		TOL	1413	8	4	2	4	2	2	2	4	4
50	TOL	BTG	GOR	PSO		TOL	1376	8	4	2	4	2	2	2	4	4

NO.	Pelabuhan						Jarak (Nm)	Waktu Pelabuhan (Hari) – ZONA 1								
	Origin	Destination						Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
51	TOL	BTG	GOR	LWK		TOL	1173	8	4	2	4	2	2	2	4	4
52	TOL	BTG	GOR	BAG		TOL	1295	8	4	2	4	2	2	2	4	4
53	TOL	BTG	GOR	KOL		TOL	1295	8	4	2	4	2	2	2	4	4
54	TOL	BTG	MOU	PSO		TOL	1479	8	4	2	4	2	2	2	4	4
55	TOL	BTG	MOU	LWK		TOL	1276	8	4	2	4	2	2	2	4	4
56	TOL	BTG	MOU	BAG		TOL	1419	8	4	2	4	2	2	2	4	4
57	TOL	BTG	MOU	KOL		TOL	1372	8	4	2	4	2	2	2	4	4
58	TOL	TAH	BTG	GOR		TOL	1204	8	4	2	4	2	2	2	4	4
59	TOL	TAH	BTG	BAG		TOL	1207	8	4	2	4	2	2	2	4	4
60	TOL	GOR	MOU	PSO		TOL	1572	8	4	2	4	2	2	2	4	4
61	TOL	GOR	MOU	LWK		TOL	1369	8	4	2	4	2	2	2	4	4
62	TOL	GOR	MOU	BAG		TOL	1512	8	4	2	4	2	2	2	4	4
63	TOL	GOR	MOU	KOL		TOL	1465	8	4	2	4	2	2	2	4	4
64	BTG	TAH	GOR			BTG	680	6	3	2	3	2	2	2	3	3
65	BTG	TAH	BAG			BTG	1040	6	3	2	3	2	2	2	3	3
66	BTG	GOR	MOU			BTG	655	6	3	2	3	2	2	2	3	3
67	BTG	GOR	PSO			BTG	720	6	3	2	3	2	2	2	3	3
68	BTG	GOR	LWK			BTG	534	6	3	2	3	2	2	2	3	3
69	BTG	GOR	BAG			BTG	650	6	3	2	3	2	2	2	3	3
70	BTG	GOR	KOL			BTG	773	6	3	2	3	2	2	2	3	3
71	BTG	BAG	KOL			BTG	693	6	3	2	3	2	2	2	3	3
72	BTG	TAH	GOR	MOU		BTG	971	8	4	2	4	2	2	2	4	4
73	BTG	TAH	GOR	PSO		BTG	1036	8	4	2	4	2	2	2	4	4
74	BTG	TAH	GOR	LWK		BTG	850	8	4	2	4	2	2	2	4	4
75	BTG	TAH	GOR	BAG		BTG	966	8	4	2	4	2	2	2	4	4
76	BTG	TAH	GOR	KOL		BTG	1089	8	4	2	4	2	2	2	4	4

NO.	Pelabuhan						Jarak (Nm)	Waktu Pelabuhan (Hari) – ZONA 1								
	Origin	Destination						Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
77	BTG	TAH	BAG	LWK		BTG	1090	8	4	2	4	2	2	2	4	4
78	BTG	TAH	BAG	KOL		BTG	1297	8	4	2	4	2	2	2	4	4
79	BTG	GOR	MOU	PSO		BTG	908	8	4	2	4	2	2	2	4	4
80	BTG	GOR	MOU	LWK		BTG	722	8	4	2	4	2	2	2	4	4
81	BTG	GOR	MOU	BAG		BTG	865	8	4	2	4	2	2	2	4	4
82	BTG	GOR	MOU	KOL		BTG	935	8	4	2	4	2	2	2	4	4
83	BTG	GOR	LWK	BAG		BTG	584	8	4	2	4	2	2	2	4	4
84	BTG	GOR	LWK	KOL		BTG	701	8	4	2	4	2	2	2	4	4
85	BTG	GOR	BAG	KOL		BTG	817	8	4	2	4	2	2	2	4	4
86	GOR	MOU	PSO			GOR	526	6	3	2	3	2	2	2	3	3
87	GOR	MOU	LWK			GOR	456	6	3	2	3	2	2	2	3	3
88	GOR	MOU	BAG			GOR	715	6	3	2	3	2	2	2	3	3
89	GOR	MOU	KOL			GOR	674	6	3	2	3	2	2	2	3	3
90	GOR	PSO	LWK			GOR	556	6	3	2	3	2	2	2	3	3
91	GOR	PSO	BAG			GOR	672	6	3	2	3	2	2	2	3	3
92	GOR	PSO	KOL			GOR	678	6	3	2	3	2	2	2	3	3
93	GOR	LWK	PSO			GOR	556	6	3	2	3	2	2	2	3	3
94	GOR	LWK	BAG			GOR	434	6	3	2	3	2	2	2	3	3
95	GOR	BAG	KOL			GOR	646	6	3	2	3	2	2	2	3	3
96	GOR	MOU	PSO	LWK		GOR	744	8	4	2	4	2	2	2	4	4
97	GOR	MOU	LWK	BAG		GOR	622	8	4	2	4	2	2	2	4	4
98	GOR	MOU	LWK	PSO		GOR	744	8	4	2	4	2	2	2	4	4
99	GOR	PSO	LWK	BAG		GOR	722	8	4	2	4	2	2	2	4	4
100	GOR	PSO	LWK	KOL		GOR	728	8	4	2	4	2	2	2	4	4
101	GOR	LWK	BAG	KOL		GOR	580	8	4	2	4	2	2	2	4	4

NO.	Pelabuhan					Jarak (Nm)	Waktu Pelabuhan (Hari) – ZONA 2								
	Origin	Destination					Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
1	BPP	PRE			BPP	490	4	2	2	2	2	2	2	2	2
2	BPP	MKS			BPP	580	4	2	2	2	2	2	2	2	2
3	BPP	PRE	MKS		BPP	663	6	3	2	3	2	2	2	3	3
4	PRE	MKS	PAL		PRE	863	6	3	2	3	2	2	2	3	3
5	PRE	MKS	KLK		PRE	668	6	3	2	3	2	2	2	3	3
6	PRE	MKS	RAH		PRE	725	6	3	2	3	2	2	2	3	3
7	PRE	MKS	BAU		PRE	717	6	3	2	3	2	2	2	3	3
8	PRE	MKS	KDR		PRE	1067	6	3	2	3	2	2	2	3	3
9	PRE	BAU	KDR		PRE	1055	6	3	2	3	2	2	2	3	3
10	PRE	BAU	RAH		PRE	730	6	3	2	3	2	2	2	3	3
11	PRE	RAH	KLK		PRE	732	6	3	2	3	2	2	2	3	3
12	PRE	RAH	PAL		PRE	1077	6	3	2	3	2	2	2	3	3
13	PRE	RAH	KDR		PRE	938	6	3	2	3	2	2	2	3	3
14	PRE	MKS	PAL	KLK	PRE	828	8	4	2	4	2	2	2	4	4
15	PRE	MKS	PAL	RAH	PRE	1106	8	4	2	4	2	2	2	4	4
16	PRE	MKS	PAL	BAU	PRE	1011	8	4	2	4	2	2	2	4	4
17	PRE	MKS	PAL	KDR	PRE	1365	8	4	2	4	2	2	2	4	4
18	PRE	MKS	KLK	RAH	PRE	860	8	4	2	4	2	2	2	4	4
19	PRE	MKS	KLK	BAU	PRE	963	8	4	2	4	2	2	2	4	4
20	PRE	MKS	KLK	KDR	PRE	1419	8	4	2	4	2	2	2	4	4
21	PRE	MKS	RAH	BAU	PRE	775	8	4	2	4	2	2	2	4	4
22	PRE	RAH	BAU	KDR	PRE	1105	8	4	2	4	2	2	2	4	4
23	PRE	RAH	KLK	PAL	PRE	991	8	4	2	4	2	2	2	4	4
24	MKS	PAL	PRE		MKS	863	6	3	2	3	2	2	2	3	3
25	MKS	PAL	KLK		MKS	700	6	3	2	3	2	2	2	3	3
26	MKS	PAL	RAH		MKS	895	6	3	2	3	2	2	2	3	3

NO.	Pelabuhan					Jarak (Nm)	Waktu Pelabuhan (Hari) – ZONA 2								
	Origin	Destination					Kapal 1	Kapal 2	Kapal 3	Kapal 4	Kapal 5	Kapal 6	Kapal 7	Kapal 8	Kapal 9
27	MKS	PAL	BAU		MKS	792	6	3	2	3	2	2	2	3	3
28	MKS	PAL	KDR		MKS	1134	6	3	2	3	2	2	2	3	3
29	MKS	KLK	RAH		MKS	697	6	3	2	3	2	2	2	3	3
30	MKS	KLK	BAU		MKS	684	6	3	2	3	2	2	2	3	3
31	MKS	KLK	KDR		MKS	1188	6	3	2	3	2	2	2	3	3
32	MKS	KLK	PAL		MKS	700	6	3	2	3	2	2	2	3	3
33	MKS	RAH	BAU		MKS	556	6	3	2	3	2	2	2	3	3
34	MKS	RAH	KLK		MKS	649	6	3	2	3	2	2	2	3	3
35	MKS	RAH	PAL		MKS	895	6	3	2	3	2	2	2	3	3
36	MKS	RAH	KDR		MKS	752	6	3	2	3	2	2	2	3	3
37	MKS	PAL	KLK	RAH	MKS	809	8	4	2	4	2	2	2	4	4
38	MKS	PAL	KLK	BAU	MKS	844	8	4	2	4	2	2	2	4	4
39	MKS	PAL	RAH	BAU	MKS	937	8	4	2	4	2	2	2	4	4
40	MKS	PAL	RAH	KDR	MKS	1133	8	4	2	4	2	2	2	4	4
41	MKS	PAL	BAU	RAH	MKS	965	8	4	2	4	2	2	2	4	4
42	MKS	PAL	BAU	KDR	MKS	1155	8	4	2	4	2	2	2	4	4
43	MKS	PAL	BAU	KLK	MKS	978	8	4	2	4	2	2	2	4	4
44	MKS	KLK	RAH	BAU	MKS	691	8	4	2	4	2	2	2	4	4
45	MKS	KLK	RAH	KDR	MKS	887	8	4	2	4	2	2	2	4	4
46	MKS	KLK	BAU	KDR	MKS	1047	8	4	2	4	2	2	2	4	4
47	MKS	RAH	KLK	PAL	MKS	1007	8	4	2	4	2	2	2	4	4
48	MKS	RAH	BAU	KDR	MKS	919	8	4	2	4	2	2	2	4	4
49	MKS	BAU	RAH	KLK	MKS	691	8	4	2	4	2	2	2	4	4
50	MKS	BAU	RAH	PAL	MKS	937	8	4	2	4	2	2	2	4	4
51	MKS	BAU	KLK	PAL	MKS	844	8	4	2	4	2	2	2	4	4

# BAB 1 BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan Bahan Bakar Minyak (BBM) di dalam negeri terus mengalami peningkatan, sehingga proses suplai dan distribusi BBM juga semakin kompleks. Mengingat Indonesia merupakan Negara Kepulauan, maka sektor transportasi laut memiliki peranan sangat penting dalam proses suplai dan distribusi, karena besar dan jangkauan daerah distribusi yang harus dilayani. Selain itu, proses suplai dan distribusi Bahan Bakar Minyak harus menjamin ketersediaan BBM pada masing – masing daerah agar terhindar dari krisis kekurangan pasokan BBM.

Di Indonesia, untuk distribusi BBM dioperasikan oleh PT Pertamina. Dalam kegiatan distribusi BBM, PT Pertamina membagi wilayah distribusi BBM menjadi delapan wilayah yaitu *Region I* sampai dengan *Region VIII*. Pembagian wilayah ini dimaksudkan untuk mempermudah distribusi BBM pada masing-masing daerah. Pembagian wilayah distribusi BBM dapat dilihat pada gamabr 1.1 berikut:



Sumber: (Pertamina, Laporan Tahunan, 2014)

Gambar 1.1 Pembagian Wilayah Distribusi BBM PT Pertamina

Proses distribusi BBM yang dilakukan PT Pertamina, dari kilang sampai dengan depo (End Depo) menggunakan transportasi laut yaitu dengan menggunakan kapal tanker. Saat ini untuk menentukan jumlah kapal tanker pada distribusi BBM masih belum optimal. Sering kali dalam kegiatan distribusi, PT Pertamina mengalami kelebihan kapal dalam pengoperasian sehingga menyebabkan dwelling time di pelabuhan menjadi tinggi. Selain itu, PT Pertamina dalam menentukan jumlah kapal juga pernah mengalami kekurangan kapal sehingga potensi keterlambatan distribusi BBM pada masing-masing wilayah sangat besar. (Moses, 2015).

Berdasarkan latar belakang tersebut, munculah pemikiran untuk melakukan penelitian tentang penentuan jumlah kebutuhan kapal tanker untuk distribusi BBM pelayaran domestik untuk wilayah VII. Wilayah VII sendiri merupakan keseluruhan Pulau Sulawesi. Dengan penelitian ini diharapkan dapat menjadi sebuah solusi alternatif untuk distribusi BBM, dimana jumlah armada yang dioperasikan adalah optimal serta menghasilkan unit biaya yang minimum..

## **1.2 Rumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam penelitian Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting transportasi laut distribusi BBM Wilayah VII?
2. Bagaimana rute dan pola operasi untuk distribusi BBM di Wilayah VII?
3. Bagaimana model penguasaan armada tanker BBM yang optimum di Wilayah VII?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi eksisting transportasi laut distribusi BBM Wilayah VII?
2. Mengetahui rute dan pola operasi yang optimum untuk distribusi BBM di Wilayah VII?
3. Mengetahui model penguasaan armada tanker BBM yang optimum di Wilayah VII?

## **1.4 Manfaat**

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir, diantaranya:

1. Dapat mengetahui model transportasi laut (perencanaan jumlah armada tanker dan perencanaan rute) yang sesuai untuk kegiatan distribusi BBM di Wilayah VII;
2. Mendapatkan biaya yang optimal dan unit biaya yang minimum untuk distribusi BBM di Wilayah VII.

## **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Lingkup penelitian yaitu pelayaran domestik Wilayah VII;
2. Hanya untuk distribusi BBM (minyak tanah, solar, premium).
3. Mix cargo dilakukan untuk keseluruhan kapal;
4. Data yang digunakan oleh peneliti seperti jumlah dan ukuran kapal yang dioperasikan berdasarkan pada keadaan asli data;
5. Perencanaan pengoptimalan penguasaan armada tanker dilakukan memperhitungkan kepemilikan kapal;
6. Perencanaan pola operasi pada model perhitungan minimal kapal mengunjungi 2 pelabuhan dan maksimal 3 pelabuhan (tidak berlaku untuk transit poin dari RU);
7. Beberapa asumsi mungkin diperlukan dalam mempermudah dalam proses analisis dan perhitungan.

## **1.6 Hipotesis Awal**

Hipotesis dari penelitian tugas akhir ini yaitu dengan melakukan pengoptimalan penguasaan armada tanker distribusi BBM dapat menjaga ketersediaan BBM pada masing-masing daerah tujuan, dimana jumlah kapal yang ditugaskan adalah optimal dan biaya distribusi BBM (transportasi laut) akan menjadi lebih minimum.



## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penguasaan

Penguasaan adalah jumlah kapal yang akan dioperasikan untuk distribusi BBM yang terdiri dari dua komposisi status kepemilikan kapal yaitu kapal milik dan kapal charter. Dalam distribusi BBM terdapat beberapa status kepemilikan kapal, diantaranya:

#### 1. Kapal milik

Kapal milik adalah kapal milik sendiri suatu perusahaan. Kapal ini langsung dioperasikan oleh perusahaan tersebut untuk kepentingan mereka sendiri atau bisnis mereka sendiri.

#### 2. Kapal Sewa

Kapal sewa merupakan kapal yang dioperasikan oleh sebuah perusahaan tertentu, dimana kapal tersebut diperoleh dari hasil sewa ke perusahaan lain. Dalam kegiatan bisnis pelayaran, terdapat 4 jenis sewa kapal yaitu:

- *Time Charter*

*Time charter* adalah perjanjian sewa kapal dengan berdasarkan waktu sewa. Charterer menyewa kapal dari shipowner dalam keadaan siap berlayar/beroperasi untuk suatu jangka waktu sewa tertentu. Masa persewaan dalam Perjanjian Time Charter biasanya diadakan untuk jangka waktu 3 (tiga) bulan, 6 (enam) bulan dan seterusnya setiap kelipatan 3 (tiga) bulan. Untuk sistem pembayaran time charter yaitu rupiah per hari.

- *Voyage charter*

*Voyage charter* adalah penyewaan kapal berikut seluruh awak kapalnya untuk satu perjalanan tertentu antara suatu pelabuhan muat dan pelabuhan bongkar. Charterer bertanggung jawab atas biaya sewa kapal untuk 1 (satu) voyage yang telah disepakati sebelumnya oleh *Shipowner & Charterer*.

- *Bareboat charter*

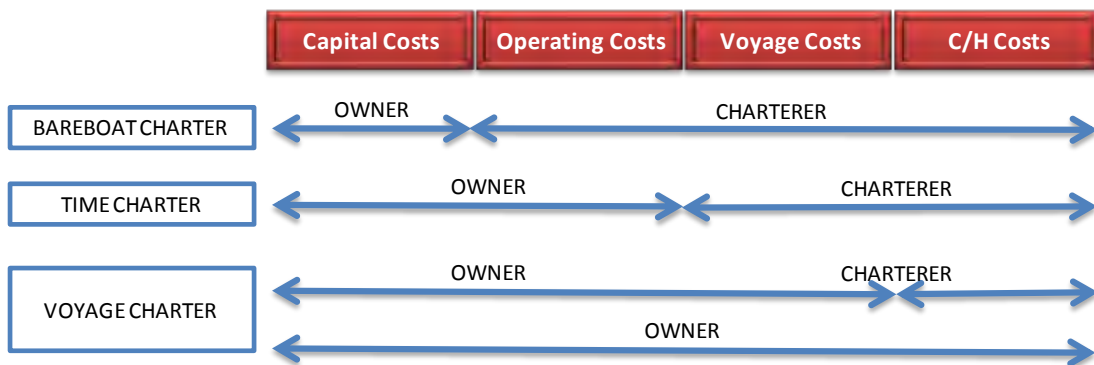
*Bareboat charter* adalah perjanjian sewa menyewa kapal dalam keadaan kosong atau dalam keadaan tidak lengkap. Tidak lengkap berarti tanpa perijinan kapal, awak kapal dan tanpa persediaan bahan bakar dan air. Charterer harus melengkapinya dengan semua keperluan berlayar supaya kapal dapat memperoleh ijin berlayar dan beroperasi. Ketentuan mengenai masa sewa kapal dalam Bareboat

Charter ini pada umumnya sama dengan persewaan Time Charter dengan catatan pada *Bareboat Charter* masa persewaan tidak kurang dari 1 (satu) tahun.

- *Contract of Affreightment (COA)*

*Contract of affreightment* Perjanjian sewa kapal yang didasarkan pada jumlah muatan yang diangkut. Charterer membayar sewa yang didasarkan pada jumlah muatan yang diangkut dikalikan dengan harga angkut per liter/kiloliter/metric ton yang disepakati oleh penyewa dan pemilik.

Dalam *time charter*, *voyage charter* dan *bareboat charter* memiliki karakteristik sendiri dalam komponen biaya yang akan ditanggung oleh pemilik kapal dan penyewa. Untuk lebih jelas pembagian tugas dalam pembiayaannya, dapat dilihat dalam skema berikut ini:



Sumber: (Hadi, Fundamentals of Shipping, 2014)

Gambar 2.1 Skema *Shipping Cost* Kapal Sewa

Dari skema shipping cost diatas dapat diaplikasi dalam shipping business. 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:

1. Trumper

- 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

## 2. Liner

- Cargo too small to fill a single ship and need to be grouped
- Regular service for many small cargo consignments: mass of paperwork
- Charge individual consignment on a fixed tariff : menentukan profit secara keseluruhan lebih sulit
- Pemuatan cargo (stowage plan) lebih sulit
- Jadwal dan rute fixed
- Perencanaan tonage armada lebih rumit

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.

## 2.2 Bahan Bakar Minyak

### 2.2.1 Pengertian Bahan Bakar Minyak

Bahan Bakar Minyak (BBM) adalah salah satu jenis bahan bakar yang diperoleh dari hasil penyulingan Minyak Bumi. Minyak Bumi merupakan hasil proses alami berupa hidrokarbon yang dalam kondisi tekanan dan temperatur atmosfer berupa fasa cair atau padat, termasuk aspal, lilin mineral atau ozokerit, dan bitumen yang diperoleh dari proses penambangan.

### 2.2.2 Jenis – jenis Bahan Bakar Minyak

Ada beberapa jenis BBM yang dikenal di Indonesia, di antaranya adalah:

1. Avgas (Aviation Gasoline)

Bahan Bakar Minyak ini merupakan BBM jenis khusus yang dihasilkan dari fraksi minyak bumi. Avgas didisain untuk bahan bakar pesawat udara dengan tipe mesin sistem pembakaran dalam (internal combustion), mesin piston dengan sistem pengapian. Performa BBM ini ditentukan dengan nilai octane number antara nilai dibawah 100 dan juga diatas nilai 100 . Nilai *octane* jenis Avgas yang beredar di Indonesia memiliki nilai 100/130.

## 2. Avtur (Aviation Turbine)

Bahan Bakar Minyak ini merupakan BBM jenis khusus yang dihasilkan dari fraksi minyak bumi. Avtur didisain untuk bahan bakar pesawat udara dengan tipe mesin turbin (external combustion). Performa atau nilai mutu jenis bahan bakar avtur ditentukan oleh karakteristik kemurnian bahan bakar, model pembakaran turbin dan daya tahan struktur pada suhu yang rendah.

## 3. Bensin

Jenis Bahan Bakar Minyak Bensin merupakan nama umum untuk beberapa jenis BBM yang diperuntukkan untuk mesin dengan pembakaran dengan pengapian. Di Indonesia terdapat beberapa jenis bahan bakar jenis bensin yang memiliki nilai mutu pembakaran berbeda. Nilai mutu jenis BBM bensin ini dihitung berdasarkan nilai RON (Randon Otcane Number). Berdasarkan RON tersebut maka BBM bensin dibedakan menjadi 3 jenis yaitu:

### a. Premium (RON 88) :

Premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih. Warna kuning tersebut akibat adanya zat pewarna tambahan (dye). Penggunaan premium pada umumnya adalah untuk bahan bakar kendaraan bermotor bermesin bensin, seperti : mobil, sepeda motor, motor tempel dan lain-lain. Bahan bakar ini sering juga disebut motor *gasoline* atau *petrol*.

### b. Pertamina (RON 92) :

Ditujukan untuk kendaraan yang mempersyaratkan penggunaan bahan bakar beroktan tinggi dan tanpa timbal (unleaded). Pertamina juga direkomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi diatas tahun 1990 terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan *electronic fuel injection* dan *catalytic converters*.

### c. Pertamina Plus (RON 95)

Jenis BBM ini telah memenuhi *standar performance International World Wide Fuel Charter (WWFC)*. Ditujukan untuk kendaraan yang berteknologi mutakhir yang mempersyaratkan penggunaan bahan bakar beroktan tinggi dan ramah lingkungan. Pertamina Plus sangat direkomendasikan untuk kendaraan yang memiliki kompresi ratio > 10,5 dan juga yang menggunakan teknologi *Electronic Fuel Injection (EFI)*, *Variable Valve Timing Intelligent (VVTI)*, *(VTI)*, *Turbochargers* dan *catalytic converters*.

## 4. Minyak Tanah (Kerosene)

Minyak tanah atau *kerosene* merupakan bagian dari minyak mentah yang memiliki titik didih antara 150 °C dan 300 °C dan tidak berwarna. Digunakan selama bertahun-tahun sebagai alat bantu penerangan, memasak, water heating, dan lain-lain. Umumnya merupakan pemakaian domestik (rumahan), usaha kecil.

#### 5. Minyak Solar (HSD)

*High Speed Diesel* (HSD) merupakan BBM jenis solar yang memiliki angka performa *cetane number* 45, jenis BBM ini umumnya digunakan untuk mesin transportasi mesin diesel yang umum dipakai dengan sistem injeksi pompa mekanik (*injection pump*) dan *electronic injection*, jenis BBM ini diperuntukkan untuk jenis kendaraan bermotor transportasi dan mesin industri.

#### 6. Minyak Diesel (MDF)

Minyak Diesel adalah hasil penyulingan minyak yang berwarna hitam yang *berbentuk* cair pada temperatur rendah. Biasanya memiliki kandungan sulfur yang rendah dan dapat diterima oleh Medium Speed Diesel Engine di sektor industri. Oleh karena itulah, diesel oil disebut juga *Industrial Diesel Oil* (IDO) atau *Marine Diesel Fuel* (MDF).

#### 7. Minyak Bakar (MFO)

Minyak Bakar bukan merupakan produk hasil destilasi tetapi hasil dari jenis residu yang berwarna hitam. Minyak jenis ini memiliki tingkat kekentalan yang tinggi dibandingkan minyak diesel. Pemakaian BBM jenis ini umumnya untuk pembakaran langsung pada industri besar dan digunakan sebagai bahan bakar untuk steam power station dan beberapa penggunaan yang dari segi ekonomi lebih murah dengan penggunaan minyak bakar. Minyak Bakar tidak jauh berbeda dengan *Marine Fuel Oil* (MFO)

#### 8. Biodiesel

Jenis Bahan Bakar ini merupakan alternatif bagi bahan bakar diesel berdasar-petroleum dan terbuat dari sumber terbarukan seperti minyak nabati atau hewan. Secara kimia, ia merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran *monoalkyl ester* dari rantai panjang asam lemak. Jenis Produk yang dipasarkan saat ini merupakan produk biodiesel dengan campuran 95 % *diesel petroleum* dan mengandung 5 persen CPO yang telah dibentuk menjadi *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME)

#### 9. Pertamina Dex

Adalah bahan bakar mesin diesel modern yang telah memenuhi dan mencapai standar emisi gas buang EURO 2, memiliki angka performa tinggi dengan *cetane number* 53 keatas, memiliki kualitas tinggi dengan kandungan sulfur di bawah 300 ppm, jenis BBM

ini direkomendasikan untuk mesin diesel teknologi injeksi terbaru (*Diesel Common Rail System*), sehingga pemakaian bahan bakarnya lebih irit dan ekonomis serta menghasilkan tenaga yang lebih besar.

Dari berbagai jenis BBM di atas, yang paling banyak digunakan oleh masyarakat luas dalam keseharian khususnya di Indonesia adalah Premium, Solar (Transportasi) dan Minyak Tanah.

## **2.3 Distribusi BBM**

### **2.3.1 Pengertian Distribusi BBM**

Distribusi adalah suatu kegiatan untuk memindahkan produk dari pihak *supplier* ke pihak konsumen dalam suatu *supply chain* (Chopra, 2010, p86). Distribusi terjadi di antara tahapan dari *supply chain*. Aliran bahan baku yang diperlukan berpindah dari *supplier* menuju suatu perusahaan pembuat produk dan perusahaan tersebut akan memindahkan barang jadi yang dihasilkan ke tangan konsumen. Distribusi merupakan suatu kunci dari keuntungan yang akan diperoleh perusahaan karena distribusi secara langsung akan mempengaruhi biaya dari *supply chain* dan kebutuhan konsumen. Jaringan distribusi yang tepat dapat digunakan untuk mencapai berbagai macam tujuan dari *supply chain*, mulai dari biaya yang rendah sampai respon yang tinggi terhadap permintaan dari pelanggan (Chopra, 2010, p86).

Distribusi adalah suatu proses penyampaian barang atau jasa dari produsen ke konsumen dan para pemakai, sewaktu dan dimana barang atau jasa tersebut diperlukan. Distribusi merupakan kegiatan ekonomi yang menjembatani kegiatan produksi dan konsumsi. Berkat distribusi barang dan jasa dapat sampai ke tangan konsumen. Dengan demikian kegunaan dari barang dan jasa akan lebih meningkat setelah dapat dikonsumsi.

Distribusi merupakan kegiatan ekonomi yang menjembatani kegiatan produksi dan konsumsi. Berkat distribusi barang dan jasa dapat sampai ke tangan konsumen. Dengan demikian kegunaan dari barang dan jasa akan lebih meningkat setelah dapat dikonsumsi.

Dari uraian diatas, Proses distribusi tersebut pada dasarnya menciptakan faedah (*utility*) dalam hal ini distribusi turut serta meningkatkan kegunaan menurut tempatnya (*place utility*) dan menurut waktunya (*time utility*). dalam menciptakan faedah tersebut, terdapat dua aspek penting yang terlibat didalamnya, yaitu:

- Lembaga yang berfungsi sebagai saluran distribusi (*Channel of distribution /marketing channel*)
- Aktivitas yang menyalurkan arus fisik barang (*Physical distribution*).

### 2.3.2 Fungsi Distribusi

Distribusi sangat dibutuhkan oleh konsumen untuk memperoleh barang-barang yang dihasilkan oleh produsen, apalagi bila produksinya jauh. Anda dapat melihat barang yang tidak dihasilkan di daerah Anda tapi sekarang ada di tempat tinggal Anda.

Ada pun kegiatan yang termasuk fungsi distribusi terbagi secara garis besar menjadi dua.

#### 1. Fungsi Distribusi Pokok

Yang dimaksud dengan fungsi pokok adalah tugas-tugas yang mau tidak mau harus dilaksanakan. Dalam hal ini fungsi pokok distribusi meliputi:

##### a. Pengangkutan (*Transportation*)

Pada umumnya tempat kegiatan produksi berbeda dengan tempat tinggal konsumen, perbedaan tempat ini harus diatasi dengan kegiatan pengangkutan. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan semakin majunya teknologi, kebutuhan manusia semakin banyak. Hal ini mengakibatkan barang yang disalurkan semakin besar, sehingga membutuhkan alat transportasi (pengangkutan).

##### b. Penjualan (*Selling*)

Di dalam pemasaran barang, selalu ada kegiatan menjual yang dilakukan oleh produsen. Pengalihan hak dari tangan produsen kepada konsumen dapat dilakukan dengan penjualan. Dengan adanya kegiatan ini maka konsumen dapat menggunakan barang tersebut.

##### c. Pembelian (*Buying*)

Setiap ada penjualan berarti ada pula kegiatan pembelian. Jika penjualan barang dilakukan oleh produsen, maka pembelian dilakukan oleh orang yang membutuhkan barang tersebut.

##### d. Penyimpanan (*Storing*)

Sebelum barang-barang disalurkan pada konsumen biasanya disimpan terlebih dahulu. Dalam menjamin kesinambungan, keselamatan dan keutuhan barang, perlu adanya penyimpanan (pergudangan).

##### e. Pembakuan Standar Kualitas Barang

Dalam setiap transaksi jual-beli, banyak penjual maupun pembeli selalu menghendaki adanya ketentuan mutu, jenis dan ukuran barang yang akan diperjual belikan. Oleh karena itu perlu adanya pembakuan standar baik jenis, ukuran, maupun kualitas barang yang akan diperjual belikan tersebut. Pembakuan (standardisasi) barang ini dimaksudkan agar barang yang akan dipasarkan atau disalurkan sesuai dengan harapan.

## 2. Fungsi Tambahan

Distribusi mempunyai fungsi tambahan yang hanya diberlakukan pada distribusi barang-barang tertentu. Fungsi tambahan tersebut di antaranya adalah sebagai berikut.

### a. Menyeleksi

Kegiatan ini biasanya diperlukan untuk distribusi hasil pertanian dan produksi yang dikumpulkan dari beberapa pengusaha. Misalnya produksi tembakau perlu diseleksi berdasarkan mutu/standar yang biasa berlaku, produksi buah-buahan diseleksi berdasarkan ukuran besarnya.

### b. Mengepak/Mengemas

Untuk menghindari adanya kerusakan atau hilang dalam pendistribusian, maka barang harus dikemas dengan baik. Misalnya buah-buahan atau sayuran, baju, TV.

### c. Memberi Informasi

Anda tentunya pernah mendengar atau menyaksikan iklan Rinso. Tentunya dengan adanya iklan tersebut Anda mendapatkan informasi mengenai produk sabun Rinso. Untuk memberi kepuasan yang maksimal kepada konsumen, produsen perlu memberi informasi secukupnya kepada perwakilan daerah atau kepada konsumen yang dianggap perlu informasi. Informasi yang paling tepat bisa melalui iklan.

## 2.3.3 Sistem Distribusi

Pengertian sistem distribusi adalah pengaturan penyaluran barang dan jasa dari produsen ke konsumen. Sistem distribusi dapat dibedakan menjadi:

### 1. Sistem distribusi jalan pendek atau langsung

Adalah sistem distribusi yang tidak menggunakan saluran distribusi. Contoh distribusi sistem ini adalah penyaluran hasil pertanian oleh petani ke pasar langsung. Bagan sistem distribusi ini sebagai berikut:





Gambar 2.2 Bagan Sistem Distribusi Langsung

## 2. Sistem distribusi jalan panjang atau tidak langsung

Adalah sistem distribusi yang menggunakan saluran distribusi dalam kegiatan distribusinya biasanya melalui agen. Contoh: motor, mobil, TV. Bagan sistem distribusi ini sebagai berikut:



Gambar 2.3 Bagan sistem distribusi jalan panjang atau tidak langsung

### 2.3.4 Saluran Distribusi

Pengertian dari saluran distribusi atau perantara distribusi adalah sebagai orang atau lembaga yang kegiatannya menyalurkan barang dari produsen sampai ke tangan konsumen dengan tujuan untuk memperoleh keuntungan.

Saluran distribusi dapat kita bedakan menjadi dua golongan lembaga distribusi, yaitu pedagang dan perantara khusus.

#### 1. Pedagang

Pengertian pedagang adalah seseorang atau lembaga yang membeli dan menjual barang kembali tanpa merubah bentuk dan tanggungjawab sendiri dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan. Pedagang dibedakan menjadi:

#### 2. Pedagang Besar (Grosir atau *Wholesaler*)

Adalah pedagang yang membeli barang dan menjualnya kembali kepada pedagang yang lain. Pedagang besar selalu membeli dan menjual barang dalam partai besar.

#### 3. Pedagang Eceran (*Retailer*)

Adalah pedagang yang membeli barang dan menjualnya kembali langsung kepada konsumen. Untuk membeli biasa partai besar, tetapi menjualnya biasanya dalam partai kecil atau per-satuan.

#### 4. Perantara Khusus

Sama halnya dengan pedagang, kegiatan perantara khusus juga menyalurkan barang dari produsen sampai ke tangan konsumen. Bedanya perantara khusus tidak bertanggungjawab penuh atas barang yang tidak laku terjual. Perantara khusus meliputi:

5. Agen (*Dealer*)

Adalah perantara pemasaran atas nama perusahaan. Menjualkan barang hasil produksi perusahaan tersebut di suatu daerah tertentu. Balas jasa yang diterima berupa pengurangan harga dan komisi.

6. Broker (Makelar)

Adalah perantara pemasaran yang kegiatannya mempertemukan penjual dan pembeli untuk melaksanakan kontrak atau transaksi jual beli. Balas jasa yang diterima disebut kurtasi atau provisi.

7. Komisioner

Adalah perantara pembelian dan penjualan atas nama dirinya sendiri dan bertanggungjawab atas dirinya sendiri. Balas jasa yang diterima disebut komisi.

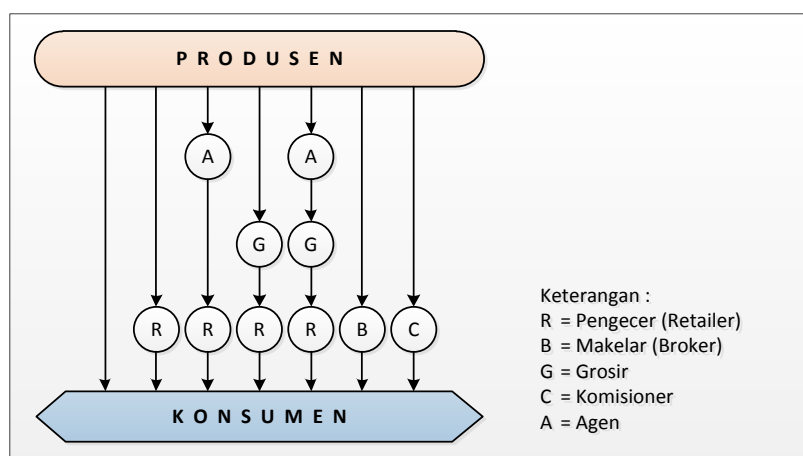
8. Eksportir

Adalah pedagang yang melakukan aktivitasnya dengan menyalurkan barang ke luar negeri.

9. Importir

Adalah pedagang yang melakukan aktivitasnya dengan menyalurkan barang dari luar negeri ke dalam negeri.

Jika dibuatkan bagan, maka hubungan antara Produsen, Saluran Distribusi dan Konsumen sebagai berikut:



Gambar 2.4 Bagan hubungan antara Produsen, Saluran Distribusi dan Konsumen

### **2.3.5 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Kegiatan Distribusi**

Pada bahasan terakhir ini akan dibahas mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kegiatan distribusi. Faktor-faktor yang mempengaruhi kegiatan distribusi meliputi:

#### 1. Faktor Pasar

Dalam lingkup faktor ini, saluran distribusi dipengaruhi oleh pola pembelian konsumen, yaitu jumlah konsumen, letak geografis konsumen, jumlah pesanan dan kebiasaan dalam pembelian.

#### 2. Faktor Barang

Pertimbangan dari segi barang bersangkutan-paut dengan nilai unit, besar dan berat barang, mudah rusaknya barang, standar barang dan pengemasan.

#### 3. Faktor Perusahaan

Pertimbangan yang diperlukan di sini adalah sumber dana, pengalaman dan kemampuan manajemen serta pengawasan dan pelayanan yang diberikan.

#### 4. Faktor Kebiasaan dalam Pembelian

Pertimbangan yang diperlukan dalam kebiasaan pembelian adalah kegunaan perantara, sikap perantara terhadap kebijaksanaan produsen, volume penjualan dan biaya penyaluran barang.

### **2.3.6 Alat Pengangkutan BBM**

Distribusi bahan bakar minyak (BBM) dari produsen ke konsumen dapat melalui jalur distribusi yang panjang atau pendek, tergantung jarak lokasi antara produsen dan konsumennya. Jarak lokasi antara produsen BBM dengan konsumen akhir juga menjadikan model dan media pendistribusiannya berbeda-beda.

Bahan bakar minyak (BBM) yang dihasilkan oleh perusahaan penambang dan pengolah minyak mula-mula ditampung dalam tangki-tangki penampungan yang terdapat di kilang-kilang milik perusahaan penambangan tersebut. Selanjutnya, minyak disalurkan ke wilayah penyaluran antara (intermediate) berupa depot-depot BBM diteruskan ke stasiun akhir yang biasa disebut Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) atau Agen Premium Minyak dan Solar (APMS). Untuk penyaluran dari pusat penampungan ke depot dan dari depot ke stasiun akhir, umumnya digunakan alat transportasi (berupa kapal laut, kereta api, atau truk tangki) atau disalurkan secara langsung melalui pipa saluran dengan pemompaan (Jenkins, 1992).

Dalam pengangkutan BBM dapat dilakukan dengan alat – alat pengangkutan seperti berikut ini:

### 1. Pipa Penyaluran

Penyaluran BBM dengan menggunakan pipa belum banyak terdapat di Indonesia, namun di luar negeri penyaluran minyak dengan menggunakan pipa banyak sekali dijumpai terutama di negara-negara timur tengah dan Eropa.



Sumber: (Poskotanews, 2014)

Gambar 2.5 Pipa Penyaluran BBM

### 2. Mobil Tanki

Mobil tangki minyak ini digunakan untuk distribusi jalur darat dari depo menuju ke Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) atau Agen Premium Minyak dan Solar (APMS), untuk distribusi menuju SPBU biasanya digunakan truk dengan kapasitas 8000 liter, sedangkan untuk APMS menggunakan truk yang lebih kecil. Selain itu juga digunakan untuk pengiriman kepada konsumen industri.

Mobil tangki juga digunakan untuk transportasi BBM dari Depo menuju stasiun kereta api untuk kemudian diangkut dengan menggunakan kereta api khusus pengangkut BBM. Juga dari stasiun tujuan pengiriman menuju ke konsumen.



Sumber: (Tribunnews, 2013)

Gambar 2.6 Mobil Tangki BBM

### 3. Kereta api

Angkutan BBM dengan menggunakan kereta api di Indonesia terutama dilakukan di pulau Sumatera dan di Pulau Jawa, BBM yang diangkut. Selain jenis premium dan solar, masih ada juga muatan kerosin (minyak tanah) dan avtur (bahan bakar untuk pesawat).

Untuk pengangkutan BBM dengan kereta api ini terdapat kerjasama angkutan BBM antara PT Pertamina Tbk dengan PT Kereta Api Indonesia (Persero), sebagian besar operasional KA BBM di Pulau Jawa berada di wilayah Daop V Purwokerto, Daop VI Yogyakarta dan Daop VIII Surabaya.



Sumber: (Railway.web.id, 2014)

Gambar 2.7 Kereta api pengangkut BBM

### 4. Transportasi Laut

Pada pengiriman skala besar, BBM diangkut dengan menggunakan kapal Tanker terutama untuk pengangkutan antar pulau, selain itu juga digunakan tongkang dan mini tanker untuk skala yang lebih kecil, Untuk skala konsumsi masyarakat kepulauan biasanya BBM diangkut dengan kapal-kapal Pelayaran Rakyat (Pelra), BBM yang akan dikirim terlebih dahulu dimasukkan kedalam drum-drum sebelum dimuat ke atas kapal untuk dikirim ke wilayah tujuan.



Sumber: (bumn.go.id, 2014)

Gambar 2.8 Kapal Tanker

## 2.4 Optimasi

Optimisasi merupakan suatu proses untuk mendapatkan satu hasil yang relatif lebih baik dari beberapa kemungkinan hasil yang memenuhi syarat berdasarkan batasan-batasan tertentu (Setijoprajudo, 1999). Optimisasi mencerminkan perilaku para pelaku ekonomi yang rasional, artinya sebagai konsumen ia akan selalu memaksimalkan kepuasannya dan sebagai produsen ia akan memaksimalkan keuntungannya atau meminimalkan kerugiannya. Pada dasarnya optimisasi adalah mencari titik maksimum atau minimum dari suatu fungsi. Caranya dengan mencari titik stasioner baik untuk fungsi 1 variabel maupun untuk fungsi dengan n variabel. Misalnya:

- fungsi tujuan dengan satu variabel =  $f(X_1)$
- fungsi tujuan dengan n variabel =  $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$

Dalam proses optimisasi selalu melibatkan hal-hal dibawah ini (Setijoprajudo, 1999), yaitu :

- a. Variabel adalah harga harga yang akan dicari dalam proses optimisasi.

Contoh : Jumlah penugasan kapal.

Jenis – jenis variabel adalah :

- Variabel tak bebas (*dependent variables*), yaitu variabel yang tidak dapat berdiri sendiri, melainkan berhubungan satu dengan yang lainnya.
  - Variabel bebas, yaitu variabel yang dapat berdiri sendiri
  - Variabel tunggal (uni-variable)
  - Variabel ganda (multi-variables)
  - Variabel kontinyu (continuous-variabel) yaitu variabel yang dapat mempunyai harga pada daerah yang sudah ditentukan
  - Variabel tertentu (discrete variables) yaitu variabel yang dihitung untuk kondisi – kondisi tertentu
- b. Parameter adalah harga harga yang tidak berubah besarnya selama satu kali proses optimisasi karena syarat syarat tertentu (missal dari peraturan auatu ketetapan ketetapan rule internasional lainnya) atau dapat juga suatu variable yang diberi harga tertentu. Harga tersebut dapat diubah setelah satu kali prose optimisasi untuk menyelediki kemungkinan terdapatnya hasil yang lebih baik.
- c. Konstanta adalah harga harga yang tidak berubah besarnya selama proses optimisasi berlangsung tuntas.

Contoh : Berat jenis air, gravitasi bumi

- d. Batasan adalah harga-harga batas yang telah ditentukan baik perencana, pemesan, biro klasifikasi, peraturan keselamatan pelayaran, kondisi perairan, maupun oleh persyaratan-persyaratan lainnya.

Batasan yang merupakan persamaan biasanya ditulis :

$$h(x) = 0$$

Bentuk umum :

$$G_{\min}(x) < g(x) < g_{\max}(x)$$

Bentuk standar :

$$\text{Untuk } g_{\min} > 0, \text{ maka } G(x) = \frac{g(x)}{g_{\min}(x)} - 1 > 0$$

Contoh :  $2,2 < H < 3,5$  m merupakan batasan yang diberikan oleh pemesan yang merupakan batas minimum dan batas maksimum tinggi kapal yang dapat bersandar pada dermaga pemesan.

- e. Fungsi Obyektif adalah hubungan antara semua atau beberapa variable serta parameter yang harganya akan dioptimalkan. Fungsi tersebut dapat berupa linear atau kompleks serta bias juga gabungan dari beberapa fungsi obyektif yang lain.

Contoh : akan dibangun kapal dengan biaya paling murah. Maka biaya disini berfungsi sebagai fungsi objektif yang diminumkan.

#### **2.4.1 Urutan Proses Optimisasi**

Urutan dalam pelaksanaan proses optimisasi dapat diringkas sebagai berikut :

- a. Mencari bentuk matematis.
- b. Menentukan variabel dan parameter
- c. Mencari hubungan antar variabel dan parameter
- d. Mencari batasan untuk variable
- e. Memilih fungsi obyektif yang diinginkan

#### **2.4.2 Metode Search**

Metode ini merupakan metode yang paling sederhana. Spesifikasi metode ini adalah:

1. Hanya berlaku untuk satu variabel
2. Fungsi tidak perlu harus diturunkan
3. Fungsi harus mempunyai harga nyata

Beberapa contoh penggunaan metode ini beserta keunggulan dan kekurangannya adalah:

##### *1. Exhaustive search*

###### a. Keunggulan

Dapat digunakan secara luas untuk bermacam – macam bentuk fungsi, baik unimodal maupun multimodal. Dapat memperkirakan titik maksimum maupun minimum secara bersamaan.

###### b. Kelemahan



Proses berjalan lambat, karena titik penyelidikan harus banyak untuk mendapatkan hasil yang akurat. Untuk fungsi dengan multimodal, hasil yang didapat relatif kurang akurat.

2. *Bisection search*

a. Keunggulan

Merupakan suatu proses iterasi. Fungsi tidak harus kontinyu. Sangat efektif untuk unimodal.

b. Kelemahan

Hanya untuk fungsi *unimodal*.

3. *Two point equal interval search*

a. Keunggulan

Lebih efektif daripada *exhaustive search*

b. Kelemahan

Lebih jelek dibandingkan *bisection search*

4. *Golden section search*

a. Keunggulan

Metode *search* terbaik

b. Kelemahan

Hanya untuk unimodal

Pada penelitian ini menggunakan teknik optimasi *linear programming* mengenai *transportation problem*.

- *Linier programming*

*Linier programming* yaitu metode untuk memberikan solusi yang optimum (misalnya profit maksimum atau biaya minimum) dengan menggunakan model matematika dimana model tersebut dipresentasikan secara linier relationship (Abdulrahman).

Dalam perumusan program linear dilakukan beberapa asumsi yaitu :

1. Asumsi proporsional

Asumsi yang menyatakan bahwa apabila  $a_{ij}$  merupakan satuan bahan dasar  $i$  yang diperlukan dalam kegiatan  $j$  untuk memperoleh satu satuan hasil campuran,

maka jika kita ingin mendapatkan  $x_j$  satuan hasil campuran ( $x_j > 0$ ) dalam kegiatan  $j$  memerlukan  $a_{ij}x_j$  satuan bahan dasar.

## 2. Asumsi penjumlahan

Asumsi yang menyatakan bahwa jumlah seluruh bahan yang diperlukan sama dengan jumlah seluruh kebutuhan bahan dasar untuk semua kegiatan.

## 3. Asumsi fungsi kontinyu

Asumsi yang menyatakan bahwa tiap variabel mempunyai harga nyata dalam fungsi yang kontinyu pada daerah yang dibatasi.

- **Transportation Problem – Linier Programming**

Transportation problem yaitu mencari pola transportasi dari beberapa sumber menuju beberapa tujuan dengan biaya yang paling minimum. Umumnya, informasi yang harus ada pada persoalan transportasi adalah:

1. Jumlah supply pada masing-masing sumber dan jumlah demand pada masing-masing tujuan;
2. Unit biaya transportasi yang dibutuhkan untuk mengangkut komoditi dari asal tertentu ke tujuan tertentu.

Bentuk yang paling sederhana yaitu single commodity yang memiliki tujuan dapat menerima dari satu atau beberapa sumber. Tujuan model transportasi yaitu menentukan berapa yang harus dikirim dari sumber mana ke tujuan mana sedemikian sehingga total biaya pengiriman seminimal mungkin.

## 2.5 Perencanaan Rute

Secara umum terdapat 4 sistem klasifikasi penentuan rute kendaraan (Dana, 2011), yaitu:

### 1. Traveling Salesman Problem (TSP)

Tujuan dari TSP adalah menentukan suatu siklus jarak yang minimum yang melewati setiap node dalam grup yang bersangkutan tepat satu kali. Jika jarak simetris yaitu jarak perjalanan antar lokasi tidak tergantung pada arah perjalanan, maka permasalahan ini disebut permasalahan TSP simetris dan jika tidak maka disebut TSP tak simetris.

## 2. Multiple Traveling Salesman Problem (MTSP)

Merupakan generalisasi dari permasalahan TSP dimana diperlukan perhitungan lebih dari satu kendaraan. Sejumlah  $M$  kendaraan dari suatu armada akan meninggalkan dan kembali pada depo yang sama. Disini tidak ada batasan pada node yang boleh dikunjungi oleh tiap kendaraan kecuali bahwa masing-masing kendaraan harus mengunjungi paling sedikit satu node.

## 3. Vehicle Routing Problem (VRP)

VRP merupakan istilah yang digunakan untuk menentukan sejumlah rute untuk sekumpulan kendaraan yang harus melayani sejumlah pemberhentian (node) dari depo pusat. Asumsi yang biasa digunakan dalam VRP standar adalah setiap kendaraan memiliki kapasitas yang sama dan jumlah kendaraan tidak terbatas, Jumlah permintaan tiap pemberhentian (node) diketahui dan tidak ada jumlah permintaan tunggal yang melebihi kapasitas. VRP atau vehicle routing problem adalah sebuah cakupan masalah yang didalamnya ada sebuah problem dimana ada sejumlah rute untuk sejumlah kendaraan yang berada pada satu atau lebih depo yang harus ditentukan jumlahnya agar tersebar secara geografis supaya bisa melayani konsumen yang tersebar. Tujuan dari VRP adalah mengantarkan barang pada konsumen dengan biaya minimum melalui rute-rute kendaraan yang keluar masuk depo.

## 4. Chinese Postman Problem (CPP)

Tujuan dari CPP adalah menentukan siklus biaya minimum yang melewati setiap busur paling sedikit satu kali. Suatu permasalahan CPP directed atau undirected bergantung apakah busurnya searah atau tidak.

## 2.6 Tinjauan Biaya Transportasi Laut

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 dengan biaya berlayar kapal (*shipping cost*) (Stopford, 1997) (Wijnolst & Wergeland, 1997). Secara umum biaya tersebut meliputi biaya modal, biaya operasional, biaya pelayaran dan biaya bongkar muat. 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).

Terdapat empat kategori biaya dalam pengoperasian kapal yang harus direncanakan seminimal mungkin (Wijnolst & Wergeland, 1997) (Stopford, 1997), yaitu:

1. Biaya modal (*capital cost*)
2. Biaya operasional (*operational cost*)
3. Biaya pelayaran (*voyage cost*)
4. Biaya bongkar muat (*cargo handling cost*)

Sehingga, total biaya dapat dirumuskan:  $TC = CC + OC + VC + CHC$

Dalam beberapa kasus perencanaan transportasi menggunakan kapal sewa (*charter ship*), biaya modal (*capital cost*) dan biaya operasional (*operational cost*) diwakili oleh biaya sewa (*charter hire*). Sehingga, total biaya menjadi:  $TC = TCH + VC + CHC$

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

Biaya modal adalah harga kapal ketika dibeli atau dibangun. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan pengembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut. Pengembalian nilai kapital ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan. Nilai biaya modal secara kasar dapat dihitung dari pembagian biaya investasi dengan perkiraan umur ekonomis kapal.

*Capital cost* sendiri terdiri dari *loan payment* dan deperesiasi dari harga kapal. Rumus untuk *capital cost* adalah sebagai berikut:

- *Loan Payment*

$$Final\ Price = Cash\ price + Interest = Cash\ price + n\ Instalment$$

$$Loan\ Price = Cash\ price - Down\ Payment$$

$$Capital\ Recovery\ Factor\ (CFR) = \frac{r \times (1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

$$Instalment = CFR \times Loan$$

Keterangan :

$r = Interest\ Rate$

$n = Number\ of\ Instalmet$

- Depresiasi

$$Annual\ despreciation\ expense\ (ADE) = \frac{Cost\ of\ ship - Salvable\ value}{Useful\ life\ of\ ship(years)}$$

$$Daily\ depreciation\ expense\ (DDE) = \frac{ADE}{Commision\ Days}$$

$$Salvable\ Value\ (SV) = Displacement\ (Ton) \times Price\ of\ scarp\ metal$$

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

Biaya operasional adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan untuk aspek operasional sehari-hari kapal untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar. Yang termasuk dalam biaya operasional adalah biaya ABK, perawatan dan perbaikan kapal, bahan makanan, minyak pelumas, asuransi dan administrasi. Rumus untuk biaya operasional adalah sebagai berikut:

$$OC = M + ST + MN + I + AD$$

Keterangan:

- $OC = Operation Cost$
- $M = Manning Cost$ ; biaya-biaya langsung maupun tidak langsung untuk anak buah kapal
- $ST = Store Cost$ ; *marine stores* (cat, tali, besi), *engine room stores* (*spare part*, *lubricating oils*), dan *steward's stores* (bahan makanan).
- $I = Insurance Cost$ ; Nilai asuransi kapal ditentukan sebesar 30% dari total biaya operasional kapal (Stopford, 1997).
- $AD = Administration Cost$ ; biaya pengurusan surat-surat kapal

### 2.6.3 Biaya Pelayaran (*Voyage Cost*)

Biaya pelayaran adalah biaya-biaya variabel yang dikeluarkan kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen biaya pelayaran adalah bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, biaya pelabuhan, biaya pandu dan tunda. Rumus untuk biaya pelayaran adalah:

$$VC = FC + PC$$

Keterangan:

- $VC = Voyage Cost$
- $PC = Port Cost$ ; jasa pandu dan tunda, jasa labuh, dan jasa tambat.
- $FC = Fuel cost$

#### ***Fuel cost***

Konsumsi bahan bakar kapal tergantung dari beberapa variabel seperti ukuran, bentuk dan kondisi lambung, pelayaran bermuatan atau ballast, kecepatan, cuaca, jenis dan kapasitas mesin induk dan motor bantu, jenis dan kualitas bahan bakar. Biaya bahan bakar tergantung pada konsumsi harian bahan bakar selama berlayar di laut dan di pelabuhan dan harga bahan bakar. Terdapat tiga jenis bahan bakar yang dipakai, yaitu HSD, MDO, dan MFO. Konsumsi

bahan bakar dihitung dengan menggunakan rumus pendekatan yang diberikan oleh Parson (2003), yaitu:

$$WFO = SFR \times MCR \times \frac{Range}{Speed} \times Margin$$

Keterangan:

WFO = konsumsi bahan bakar/jam

SFR = *Specific Fuel Rate* (t/kWhr)

MCR = *Maximum Continuous Rating of Main Engine* (s) (kW)

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

Tujuan dari kapal niaga adalah memindahkan muatan dari pelabuhan yang berbeda. Untuk mewujudkan hal tersebut, muatan harus dipindahkan dari kapal ke dermaga ataupun sebaliknya, atau dari kapal ke kapal atau tongkang. Biaya yang harus dikeluarkan untuk memindahkan itulah yang dikategorikan sebagai biaya bongkar muat. Biaya bongkar muat ditentukan oleh beberapa faktor, seperti jenis komoditi (minyak, bahan kimia, batubara, gandum, hasil hutan, peti kemas), jumlah muatan, jenis kapal, dan karakteristik dari terminal dan pelabuhan. Proses bongkar muat kapal di terminal dilakukan oleh perusahaan bongkar muat atau oleh penerima atau pengirim muatan. Muatan seperti minyak, bahan kimia, dan segala hal yang berbentuk cair yang ditransportasikan dengan menggunakan kapal tanker mempunyai proses bongkar muat yang sangat sederhana. Minyak atau zat cair lainnya hanya perlu dipompa dari tangki penyimpanan di terminal ke kapal atau sebaliknya tanpa memerlukan bantuan buruh pelabuhan.

## BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan pada penelitian Tugas Akhir ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut;

1. Jumlah kapal yang dioperasikan pada kondisi eksisting (sebelum optimasi) adalah 18 unit kapal 3 jenis tipe kapal yaitu small tanke 1, small tanker 2 dan general purpose.
2. Berdasarkan hasil *running* model optimisasi skenario 1: Zona 1A dan Zona 2 adalah pola operasi paling optimum dimana dalam model ini terdapat 5 pelabuhan transit depo, yaitu Donggala, Toli – toli, Bitung, Pare – pare dan Makasar.
3. Rute dan pola operasi untuk distribusi Wilayah VII pada masing – masing Zona, yaitu:
  - a. Zona 1
    - Balikpapan – Donggala – Toli toli – Bitung – Balikpapan ; kapal yang ditugaskan yaitu kapal 3 dengan kapasitas muat 5.319 Ton serta jumlah kapal yang ditugaskan 7 unit kapal dengan frekuensi 258 kali pertahun.
    - Donggala – Tahuna – Luwuk – Donggala; kapal yang ditugaskan adalah kapal 1 dengan kapasitas muat 12.694 Ton dengan jumlah kapal 1 unit kapal dengan frekuensi 11 kali pertahun.
    - Toli toli – Gorontalo – Moutong – Poso – Toli toli; kapal 1 dengan kapasitas 12.694 Ton ditugaskan dalam rute ini, dimana jumlah kapal yang ditugaskan adalah 1 unit kapal dengan frekuensi 22 kali pertahun.
    - Bitung – Banggai – Kolonedale – Bitung; kapal yang ditugaskan adalah kapal 2 dengan kapasitas muat yaitu 2.864 Ton dan jumlah kapal yaitu 1 unit kapal dengan frekuensi 23 kali pertahun.
  - b. Zona 2
    - Balikpapan – Pare pare – Makasar; kapal yang ditugaskan adalah kapal 3 dengan kapasitas muat yaitu 5.319 Ton dan jumlah kapal yaitu 5 unit kapal dengan frekuensi 329 kali pertahun.

- Pare pare – Raha – Kendari; kapal yang ditugaskan adalah kapal 3 dengan kapasitas muat yaitu 5.319 Ton dan jumlah kapal yaitu 1 unit kapal dengan frekuensi 54 kali pertahun.
  - Makasar – Bau bau – Kolaka – Palopo; kapal yang ditugaskan adala kapal 2 dengan kapasitas muta yaitu 2.864 Ton dan jumlah kapal yaitu 4 unit kapal dengan frekuensi 131 kali pertahun.
4. Jumlah kapal yang ditugaskan dalam distribusi BBM di Wilayah VII sebanyak 20 kapal dengan satu kapal milik.
  5. *Total cost* untuk distribusi BBM pada Wilayah VII berkisar Rp. 1.890.708 Juta pertahun, dengan muatan terangkut total yaitu 4.259.716 Ton pertahun, *dengan unit cost* yaitu 443.658 Rp/Ton.

## 6.2 Saran

Saran dari hasil penelitian tugas akhir ini, diantaranya:

1. Dalam perencanaan rute dan pola operasi masih dilakukan pembagian zona, dan perlu studi lagi untuk perencanaan rute dengan proses satu kali running dalam model optimasi yang mencakup keseluruhan wilayah dan keseluruhan alternatif rute.

Hasil studi ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi pihak perencana transportasi laut, khususnya untuk perencanaan distribusi BBM untuk mengambil keputusan dalam perencanaan rute dan pola operasi serta jumlah kapal yang akan ditugaskan.



## DAFTAR PUSTAKA

(2015). Dipetik November 14, 2015, dari Pertamina: [www.pertamina.com](http://www.pertamina.com)

*Ship Sale and Ship Broker*. (2016). Dipetik 07 12, 2016, dari <http://www.shipseller.net>

Abdulrahman, A. (t.thn.). *Basic Commercial Practice in Bunker and Tonnage Planning*. Jakarta: Pertamina.

bumn.go.id. (2014). *Pertamina*. Dipetik Juni 03, 2016, dari [bumn.go.id](http://www.bumn.go.id): <http://www.bumn.go.id/pertamina>

Hadi, F. (2013). *Teori dan Aplikasi Optimisasi*. Surabaya.

Hadi, F. (2014). *Fundamentals of Shipping*. Surabaya.

Karyanto, O. (2016, Maret 14). Keadaan Transportasi Wilayah VII - Pulau Sulawesi. (I. Karimah, Pewawancara)

Kramadibrata, S. (1985). *Perencanaan Pelabuhan*. Jakarta: Ganesha Exact Bandung.

(2014). Dalam D. Lasse, *Manajemen Muatan: Aktivitas Rantai Pasok di Area Pelabuhan* (hal. 162-169). Jakarta: Rajawali Press.

(1988). Dalam E. Lewis, *Principles of Naval Architecture Second Revision*. Jersey City, NJ.: The Society of Naval Architects and Marine Engineers 601 Pavonia Avenue.

(2003). Dalam S.-T. Liu, *The Total Cost Bounds of The Transportation Problem with Varying Demand and Supply* (hal. 247-251). Omega Vol.3.

*Maritime Sales*. (t.thn.). Dipetik Juli 12, 2016, dari <http://www.maritimesales.com>

Moses, A. (2015, Juni). Shipping Operations I, Pertamina Shipping. (I. Karimah, Pewawancara)

Nanda. (2016, Maret 17). Keadaan Eksisting Transportasi Laut untuk Distribusi BBM Pelayaran Domestik. (I. karimah, Pewawancara)

PELINDO. (2010). *Tarif Pelabuhan*. PELINDO.

Pertamina, P. (2007). *Laporan Tahunan*. Jakarta: PT Pertamina.

- Pertamina, P. (2014). *Laporan Tahunan*. Jakarta: PT Pertamina.
- Poskotanews. (2014). *News*. Dipetik Juni 03, 2016, dari <http://poskotanews.com>
- PT.Pertamina. (2015). *Bunker Price*. Jakarta: PT Pertamina.
- Railway.web.id. (2014). *Peristiwa*. Dipetik Juni 03, 2016, dari [Railway.web.id](http://Railway.web.id):  
[www.Railway.web.id](http://www.Railway.web.id)
- Rohman, T. (2009). *Sistem Penyediaan dan Distribusi BBM*.
- S&D-Pertamina. (2015). *Demand BBM Region 7*. Surabaya: Pertamina.
- (2011). Dalam B. Santosa, & P. Willy, *Metoda Metaheuristik Konsep dan Implementasi*. Surabaya: Guna Widya.
- Shipned. (t.thn.). *Shipned*. Dipetik Juli 12, 2016, dari Oil Tanker Ships for Sale:  
<http://www.shipned.com>
- Shipseller. (t.thn.). *Shipowner and Ship Broker*. Dipetik Juli2 2016, dari Ship Seller:  
<http://www.shipseller.net>
- SOS-Pertamina. (2015). *Biaya Kapal Milik*. Jakarta: Pertamina.
- SOS-Pertamina. (2015). *Material Balance*. Jakarta: Pertamina Shipping.
- SOS-Pertamina. (2015). *Port Information*. Jakarta: Pertamina Shipping.
- SOS-Pertamina. (2015). *Time Charter Hire*. Jakarta: Pertamina.
- SOS-Pertamina. (2015). *Tonnage Balance*. Jakarta: Pertamina Shipping.
- Triatmodjo, B. (2009). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Tribunnews. (2013). *News*. Dipetik Juni 03, 2016, dari [Tribunnews.com](http://Tribunnews.com): [Tribunnews.com](http://Tribunnews.com)
- Violyta, R. (2015, Oktober 5). Pump Rate region III. (I. Karimah, Pewawancara)
- Widyahaka. (2016, Maret 14). Keadaan Eksisting Transportasi Laut Wilayah VII. (I. Karimah, Pewawancara)
- Wresniadhi, S. B. (2010). *Penentuan Pola Distribusi Laut Yang Tepat Untuk Meminimumkan Biaya Transportasi Dengan Pendistribusian Yang Optimal: Studi Kasus PT Pertamina*.

Zaky, G. A. (2013). Model Konseptual Perencanaan Transportasi BBM Untuk Wilayah Kepulauan: Studi Kasus Kepulauan Kabupaten Sumenep. *Jurnal Teknik POMITS*.

Zanne, M. (2015). *Ogranization and Economics of Shipping Company*. (M. Zanne, Pemain) Belanda.

## BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis adalah Irfa'atil Karimah, dilahirkan di Lumajang pada 13 Oktober 1993. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari SDN Kalipenggung 03 (2000 – 2006), SMPN 1 Randuagung (2006 – 2009), SMAN 3 Lumajang (2009 – 2012). Pada tahun 2012 penulis diterima di jurusan Transportasi Laut ITS melalui jalur SNMPTN. Selama masa perkuliahan penulis aktif dalam organisasi mahasiswa antara lain: staff Naval Digest (majalah dan mading maritim) Teknik Perkapalan ITS (2013), UKM Voli dan UKM Bola ITS. Penulis aktif dalam kepanitiaan lomba voli (2013 – 2015). Penulis juga menjadi panitia dalam acara Semarak Mahasiswa Perkapalan (SAMPAN) ITS tahun 2013 untuk divisi Lomba Karya Maritim Nasional. Pada tahun 2014 penulis menjadi panitia OC GERIGI ITS dan 2015 menjadi panitia IC GERIGI ITS. Penulis memiliki pengalaman kerja praktek di PT Pertamina Perkapalan, Jakarta (Juni – Juli 2015) dan PT Silkargo Indonesia, Cabang Surabaya (Januari – Februari 2016). Pada tahun 2015 penulis mendapatkan juara satu lomba voli acara Dies Natalis ITS ke-56, serta menjadi peserta training ACA Asuransi untuk Professional Insurance Marketing Programme selama tiga bulan (Oktober – Desember 2015). Tahun 2016 penulis menjadi pemakalah dalam Seminar Kelautan Nasional XI FTIK – UHT dengan judul penelitian “Perencanaan Transportasi Laut Distribusi BBM: Studi Kasus Dumai – Pontianak – Belawan – Krueng Raya”.

*Email:* [irfaatil@gmail.com](mailto:irfaatil@gmail.com)