



TUGAS AKHIR - MS184801

**MODEL DISTRIBUSI LPG 3 KILOGRAM DALAM
MENDUKUNG KEBIJAKAN SATU HARGA:
STUDI KASUS KALIMANTAN TIMUR**

Isna Nur Romadhoni
NRP. 0441164 000 0001

Dosen Pembimbing
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc
Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



TUGAS AKHIR - MS 184801

**MODEL DISTRIBUSI LPG 3 KILOGRAM DALAM
MENDUKUNG KEBIJAKAN SATU HARGA:
STUDI KASUS KALIMANTAN TIMUR**

Isna Nur Romadhoni
NRP. 0441164 000 0001

Dosen Pembimbing
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc
Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



FINAL PROJECT - MS 184801

**DISTRIBUTION MODEL OF 3 KILOGRAMS LPG FOR
SUPPORTING ONE-PRICE POLICY:
A CASE STUDY OF EAST KALIMANTAN**

Isna Nur Romadhoni
NRP. 0441164 000 0001

Supervisors
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc
Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN
MODEL DISTRIBUSI LPG 3 KILOGRAM DALAM
MENDUKUNG KEBIJAKAN SATU HARGA:
STUDI KASUS KALIMANTAN TIMUR

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ISNA NUR ROMADHONI

NRP 0441164 000 0001

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



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

NIP. 196906101995121001

Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc.

NIP. 1987201912083

SURABAYA, AGUSTUS 2020

LEMBAR REVISI

MODEL DISTRIBUSI LPG 3 KILOGRAM DALAM MENDUKUNG KEBIJAKAN SATU HARGA: STUDI KASUS KALIMANTAN TIMUR

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir

Tanggal 04 Agustus 2020

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ISNA NUR ROMADHONI

NRP 0441164000001

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Dr. Eng. I. G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.

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

3. Muhammad Riduwan, S.Kom., M.Kom.

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

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

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

2. Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc.



SURABAYA, AGUSTUS 2020

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “**Model Distribusi LPG 3 Kilogram Dalam Mendukung Kebijakan Satu Harga, Studi Kasus Kalimantan Timur**” ini dapat terselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan kali ini, perkenankan penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, untuk :

1. Allah Subhanahu Wata'ala, yang telah mengabulkan doa-doa yang penulis.
2. Almarhumah ibu tercinta, Ibu Sri Mulyani yang sejak kecil selalu memerikan dukungan serta do'a terbaik untuk anak-anaknya.
3. Bapak, Mbak dan Mas serta keluarga yang selalu memberikan dukungan sampai terselesaikannya Tugas Akhir.
4. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing I serta Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing II yang dengan sabar telah memberikan bimbingan, ilmu, dan arahan, serta meluangkan waktu hingga terselesaikannya penelitian ini.
5. Dosen dan Tendik Departemen Teknik Transportasi Laut, atas bantuan dan arahan selama proses perkuliahan.
6. Muhammad Abdul Malik yang selalu mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis.
7. Finaa Mahda Aulia yang selalu mendukung penulis setiap waktu.
8. Wanita Mavericks yang pantang menyerah, yang berjuang bersama untuk W-122 yaitu Ira, Ratna, Nofa, Cia, Agatha, dan Triya.
9. Teman-teman seperjuangan MAVERICKS, yang selalu memberikan dukungan baik saat masa perkuliahan maupun pengerjaan penelitian ini.
10. Semua pihak yang telah membantu didalam penyelesaian penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

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

Surabaya, Agustus 2020

Penulis

MODEL DISTRIBUSI LPG 3 KILOGRAM DALAM MENDUKUNG KEBIJAKAN SATU HARGA: STUDI KASUS KALIMANTAN TIMUR

Nama Mahasiswa : ISNA NUR ROMADHONI
NRP : 0441164000001
Departemen / Fakultas : Teknik Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
2. Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc

ABSTRAK

LPG (*Liquified Petroleum Gas*) merupakan campuran dari berbagai unsur hidrokarbon yang berasal dari minyak mentah dan natural gas serta komponen utamanya adalah propana dan butana yang dicairkan. Konversi minyak tanah ke gas merupakan program nasional sejak 2007. Namun, di Kalimantan Timur masih ditemukan berbagai permasalahan pada sistem distribusinya, terbukti dengan adanya disparitas harga. Untuk wilayah Pulau Jawa, Bali, Sumatra, dan Sulawesi harga LPG 3 kilogram sekitar Rp. 20.000 – Rp. 35.000, sedangkan di Pulau Kalimantan khususnya Wilayah Kalimantan Timur harga LPG 3 kilogram mencapai Rp. 50.000 – Rp. 70.000. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan moda dan rute yang optimal untuk distribusi di Kalimantan Timur sebagai bentuk pengendalian harga LPG 3 kilogram. Penggunaan optimasi dengan metode *linier programming* dan biaya distribusi minimum sebagai kriteria utama serta pemenuhan permintaan akan memberikan solusi untuk tujuan yang ingin dicapai. Komponen biaya yang dihitung adalah biaya angkutan darat (*Skid Tank* dan Truk), angkutan laut (Kapal LCT), dan biaya persediaan (*inventory cost*). Hasil analisis menunjukkan bahwa dilakukan penggantian alat transportasi dari truk ke kapal LCT untuk pendistribusian ke agen di luar radius 60 km dari *filling station* (SPPBE atau Depot LPG) yaitu untuk agen 11, 12, 13, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38 dan 49, didapatkan besarnya *unit cost* minimum untuk pendistribusian sebesar Rp. 1.727/tabung. Dengan penggantian alat transportasi tersebut terdapat penghematan biaya distribusi 20,4% dari kondisi saat ini, dengan besarnya permintaan yaitu 46,2 Jt-tabung/tahun, sehingga besarnya biaya distribusi yang dapat dihemat sebesar 20,5 M-Rp/tahun.

Kata Kunci — Distribusi LPG, Kapal LCT, *Linier Programming*, *Minimum Unit Cost*

**DISTRIBUTION MODEL OF 3 KILOGRAMS LPG FOR
SUPPORTING ONE-PRICE POLICY:
A CASE STUDY OF EAST KALIMANTAN**

Author : ISNA NUR ROMADHONI
ID No. : 04411640000001
Dept. / Faculty : Marine Transportation Engineering / Marine Technology
Supervisors : 1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
2. Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc

ABSTRACT

LPG (Liquified Petroleum Gas) is a fuel made from a mixture of various hydrocarbon elements derived from crude oil and natural Gas. The main components of LPG are propane and butane that are melted down. The conversion of kerosene to LPG is a national program since 2007. In LPG distribution is still found various problems, including in the case study of LPG distribution in East Kalimantan. Proven by the existence of price disparity. The price of LPG 3 kg in Java, Bali, Sumatra, and Sulawesi ranges from Rp. 20,000 – Rp. 35,000, while the price in Kalimantan especially East Kalimantan area reaches Rp. 50,000 – Rp. 70,000. The purpose of this research is to obtain the optimal of modes and routes for distribution in East Kalimantan as a form of the price control of LPG 3 kg. The use of optimization with linear programming methods and minimum shipping costs as the main criteria and fulfillment of requests will provide solutions for the purpose to be achieved. The calculated cost component is the cost of land transportation (Skid tanks and trucks), sea freight (LCT vessel), and inventory cost. The results of analysis show that replacement transportation means from trucks to LCT ships for distribution to agents outside a radius of 60 km from the filling station (SPPBE or LPG Depot), for agents 11, 12, 13, 31, 33, 34, 35, 36 , 37, 38 and 49, the minimum unit cost for distribution is Rp. 1,727 / tube. With replacement transportation means, there was a savings in distribution costs of 20,4% from the current condition, with demand 46,2 million tube/year, so total distribution costs can be saved Rp. 20,5 Billion /year.

Keywords : Distribution of LPG, LCT Vessel, *Linier Programming*, Minimum Unit Cost.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR REVISI.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Hipotesis.....	4
1.6 Batasan Masalah.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 LPG (<i>Liquified Petroleum Gas</i>)	5
2.2 Rantai Suplai LPG 3 Kilogram	7
2.2.1 Kilang Minyak	9
2.2.2 Depot LPG	10
2.2.3 SPPBE/SPPEK.....	11
2.2.4 Agen LPG 3 Kilogram	12
2.3 Teori Optimasi.....	12
2.3.1 <i>Linier Programming</i>	13
2.3.2 Biaya Satuan (<i>Unit Cost</i>)	15
2.4 Moda Transportasi.....	15
2.4.1 Moda Transportasi Sungai	16
2.4.2 Moda Transportasi Darat	18
2.5 Komponen Biaya Transportasi.....	19
2.5.1 Biaya Transportasi Laut.....	19
2.5.2 Biaya Transportasi Darat	22

2.6	Persediaan (<i>Inventory</i>)	23
2.7	Perbandingan Penelitian Sebelumnya	24
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1	Diagram Alir	25
3.2	Tahap Pengerjaan	26
3.3	Biaya Transportasi Laut	28
3.4	Biaya Transportasi Darat.....	33
3.5	Model Matematis	34
BAB 4	GAMBARAN UMUM.....	37
4.1	Kalimantan Timur	37
4.1.1	Wilayah Kalimantan Timur	38
4.1.2	Penduduk Kalimantan Timur.....	39
4.1.3	Transportasi	40
4.2	Sungai Mahakam.....	44
4.3	Selat Makassar dan Laut Sulawesi.....	45
4.4	Pola Distribusi LPG 3 Kilogram di Kalimantan Timur Saat Ini	47
4.4.1	Kilang Balikpapan	47
4.4.2	Depot Balikpapan	48
4.4.3	SPPBE.....	48
4.4.4	Agen LPG 3 Kilogram.....	49
4.5	Perhitungan Biaya Distribusi LPG 3 Kilogram untuk Wilayah Kalimantan Timur Saat Ini	50
4.5.1	Skid Tank.....	50
4.5.2	Truk.....	54
4.5.3	Biaya Persediaan (<i>Inventory Cost</i>)	58
4.5.4	Total Biaya Distribusi Saat Ini.....	60
BAB 5	ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	61
5.1	Analisis Permintaan LPG 3 Kilogram.....	61
5.2	Alternatif Rute.....	64
5.2.1	Area Distribusi Barat	65
5.2.2	Area Distribusi Utara	66
5.2.3	Area Distribusi Selatan	68
5.3	Skenario.....	69
5.3.1	Skenario 1	70

5.3.2	Skenario 2	76
5.4	Perbandingan Unit Cost	82
5.5	Analisis Sensitivitas	85
5.5.1	<i>Demand Terhadap Unit Cost dan Jumlah Kapal</i>	85
5.5.2	Lama Waktu Tunggu Terhadap <i>Unit Cost</i>	85
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	87
6.1	Kesimpulan.....	87
6.2	Saran.....	88
	DAFTAR PUSTAKA	89
	LAMPIRAN.....	91
	BIODATA PENULIS	117

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis LPG.....	6
Tabel 2.2 Spesifikasi Tabung LPG 3 Kilogram.....	6
Tabel 2.3 Perbandingan Penelitian Sebelumnya.....	24
Tabel 4.1 Daftar Kota/Kabupaten di Kalimantan Timur	39
Tabel 4.2 Penduduk Kalimantan Timur.....	39
Tabel 4.3 Jumlah KK di Kota/Kabupaten Kalimantan Timur	40
Tabel 4.4 Karakteristik Kapal	42
Tabel 4.5 Jarak Pelabuhan sepanjang Sungai Mahakama	45
Tabel 4.6 Pelabuhan di Wilayah Timur Kalimantan Tiimur	46
Tabel 4.7 Jarak Pelabuhan di Wilayah Timur Kalimantan Tiimur.....	46
Tabel 4.8 Fasilitas <i>Refinery Unit V</i> Balikpapan	47
Tabel 4.9 Data <i>Skid Tank</i>	51
Tabel 4.10 Perhitungan Harga Sewa <i>Skid Tank</i>	51
Tabel 4.11 Operasional <i>Skid Tank</i>	52
Tabel 4.12 Perhitungan Biaya <i>Skid Tank</i>	52
Tabel 4.13 Perhitungan Total Biaya Transportasi dengan <i>Skid Tank</i>	53
Tabel 4.14 Data Truk LPG 3 Kilogram	54
Tabel 4.15 Perhitungan Harga Sewa Truk LPG 3 Kilogram	55
Tabel 4.16 Perhitungan Biaya Truk LPG 3 Kilogram	55
Tabel 4.17 Perhitungan Waktu Muat dan Bongkar Truk LPG 3 Kilogram.....	56
Tabel 4.18 Perhitungan Total Biaya Transportasi dengan Truk LPG 3 Kilogram	57
Tabel 4.19 Perhitungan Total <i>Inventory Cost</i>	59
Tabel 4.20 Total Biaya Distribusi Saat Ini	60
Tabel 5.1 Indeks Konsumsi LPG 3 Kilogram di Kalimantan Timur.....	61
Tabel 5.2 Permintaan LPG 3 Kilogram di Kalimantan Timur	62
Tabel 5.3 Data Kartu Keluarga di Kabupaten Kutai Kartanegara	63
Tabel 5.4 Daftar Agen dengan Radius > 60 km dari <i>Filling Station</i>	65
Tabel 5.5 Daftar Agen untuk Area Distribusi Barat	65
Tabel 5.6 Alternatif Rute Area Distribusi Barat	66
Tabel 5.7 Daftar Agen untuk Area Distribusi Utara.....	67
Tabel 5.8 Alternatif Rute Area Distribusi Utara.....	68
Tabel 5.9 Daftar Agen untuk Area Distribusi Selatan	68

Tabel 5.10 Alternatif Rute Area Distribusi Selatan	69
Tabel 5.11 Biaya Tiap Alternatif Rute pada Skenario 1	71
Tabel 5.12 Kapal Terpilih pada Skenario 1	74
Tabel 5.13 Biaya Kapal Terpilih pada Skenario 1	74
Tabel 5.14 Biaya Truk pada Rute Terpilih pada Skenario 1.....	75
Tabel 5.15 Inventory Cost Skenario 1	76
Tabel 5.16 Biaya Tiap Alternatif Rute pada Skenario 2.....	77
Tabel 5.17 Kapal Terpilih pada Skenario 2	80
Tabel 5.18 Biaya Kapal Terpilih pada Skenario 2.....	80
Tabel 5.19 Biaya Truk pada Rute Terpilih pada Skenario 2.....	81
Tabel 5.20 Inventory Cost Skenario 2	82
Tabel 5.21 Perbandingan Biaya Kondisi Saat Ini dan Skenario	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Harga LPG di Setiap Pulau di Indonesia	1
Gambar 1.2 Skema dan Ketentuan Distribusi LPG 3 Kilogram.....	2
Gambar 1.3 Peta Persebaran Agen LPG 3 Kilogram.....	3
Gambar 2.1 Tabung LPG 3 Kilogram	6
Gambar 2.2 Rantai Suplai LPG 3 Kilogram	8
Gambar 2.3 Kilang Minyak	9
Gambar 2.4 Depot LPG	10
Gambar 2.5 Pengisian LPG ke Tabung di SPPBE.....	11
Gambar 2.6 Agen LPG 3 Kilogram	12
Gambar 2.7 Kapal LCT	16
Gambar 2.8 Tongkang	17
Gambar 2.9 Truk LPG 3 Kilogram	18
Gambar 2.10 Skid Tank.....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi	25
Gambar 4.1 Peta Kalimantan Timur.....	37
Gambar 4.2 Transportasi Darat di Kalimantan Timur.....	41
Gambar 4.3 Jaringan Jalan Kalimantan Timur	41
Gambar 4.4 Peta Sungai Mahakam.....	44
Gambar 4.5 Selat Makassar dan Laut Sulawesi.....	45
Gambar 4.6 Peta Letak Depot LPG Balikpapan	48
Gambar 4.7 Peta Letak SPPBE.....	49
Gambar 4.8 Peta Agen LPG 3 Kilogram	50
Gambar 4.9 <i>Skid Tank</i> dengan Kapasitas 13 Ton	51
Gambar 4.10 Truk LPG Kapasitas 560 Tabung	54
Gambar 5.1 Peta Kutai Kartangara	63
Gambar 5.2 Agen Area Distribusi Barat.....	66
Gambar 5.3 Agen Area Distribusi Utara	67
Gambar 5.4 Agen Area Distribusi Selatan.....	69
Gambar 5.5 Tampilan Solver Excel.....	70
Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Biaya Satuan Skenario 1.....	72
Gambar 5.7 Grafik Perbandingan Biaya Satuan Skenario 2.....	78
Gambar 5.8 Grafik Perbandingan <i>Unit Cost</i>	83

Gambar 5.9 Grafik Analisis Sensitivitas *Demand* Terhadap *Unit Cost* dan Jumlah Kapal85

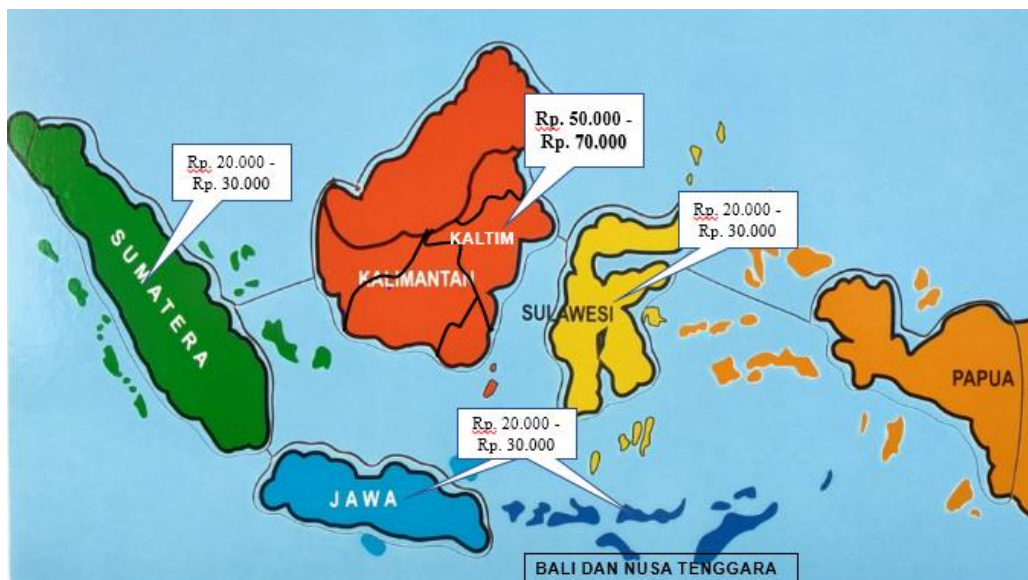
Gambar 5.10 Grafik Analisis Sensitivitas Lama Waktu Tunggu Terhadap *Unit Cost*...86

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

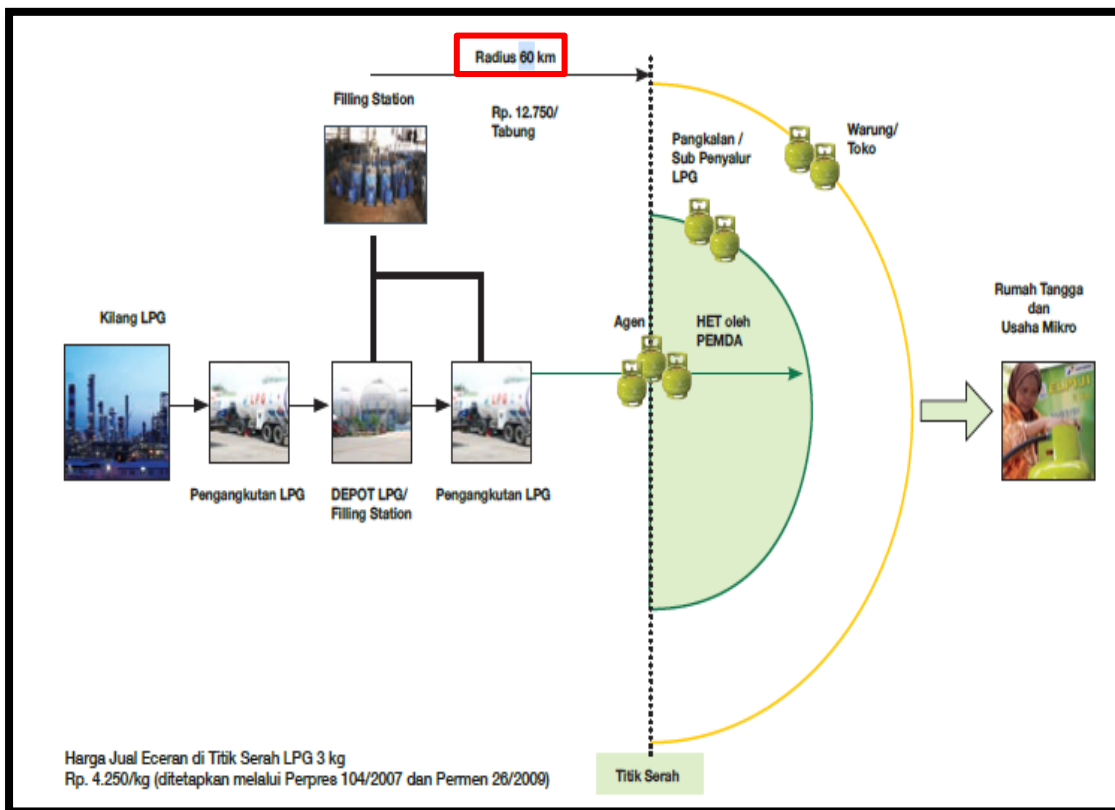
LPG (*Liquified Petroleum Gas*) merupakan campuran dari berbagai unsur hidrokarbon yang berasal dari minyak mentah dan natural gas serta komponen utamanya adalah propana dan butana yang dicairkan. Konversi minyak tanah ke gas merupakan program nasional yang bertujuan untuk melakukan keanekaragaman pasokan energi untuk mengurangi ketergantungan terhadap BBM, mengurangi penyalahgunaan minyak tanah bersubsidi, melakukan efisiensi anggaran pemerintah dan menyediakan bahan bakar yang praktis, bersih serta efisien. Untuk menjalankan program tersebut maka pemerintah menyediakan LPG 3 kilogram bersubsidi untuk rumah tangga dan usaha mikro yang telah ditetapkan pada Pepres No.104 Tahun 2007. Namun di sisi lain, masih ditemukan berbagai permasalahan pada sistem distribusinya, terbukti dengan adanya disparitas harga. Untuk wilayah Pulau Jawa, Bali, Sumatra, dan Sulawesi harga LPG 3 kilogram sekitar Rp. 20.000 – Rp. 35.000, sedangkan di Pulau Kalimantan khususnya Wilayah Kalimantan Timur harga LPG 3 kilogram mencapai Rp. 50.000 – Rp. 70.000. (Wartono, 2019).



Sumber : Berbagai sumber (diolah kembali)

Gambar 1.1 Peta Harga LPG di Setiap Pulau di Indonesia

Sedangkan berdasarkan skema dan ketentuan distribusi LPG 3 kilogram yang dikeluarkan oleh Kementerian ESDM dan ditetapkan pada Peraturan Presiden No. 104 Tahun 2007 tentang tentang penyediaan, pendistribusian, dan penetapan harga LPG tabung 3 kilogram dan Peraturan Menteri ESDM No 26 Tahun 2009 tentang penyediaan dan pendistribusian LPG dijelaskan jika agen berada dalam radius 60 km dari *filling station* yaitu SPPBE/SPPEK (Stasiun Pengisian dan Pengangkutan Bulk Elpiji/ Stasiun Pengisian dan Pengangkutan Bulk Elpiji Khusus) atau Depot LPG. Berikut merupakan gambaran skema dan ketentuan distribusinya :



Sumber : Kementerian ESDM Republik Indonesia, 2016

Gambar 1.2 Skema dan Ketentuan Distribusi LPG 3 Kilogram

Berdasarkan Gambar 1.2 dapat dilihat jika berdasarkan ketentuan distribusian LPG 3 kilogram letak *filling station* yaitu SPPBE/SPPEK atau Depot LPG ke agen LPG 3 kilogram dengan radius 60 km. Sedangkan di Kalimantan Timur terdapat berdasarkan persebarannya, ada beberapa agen yang memiliki radius > 60 km dari *filling station* yaitu SPPBE/SPPEK atau Depot LPG. Hal tersebut menyebabkan biaya distribusi LPG 3 kilogram menjadi mahal.

Berikut merupakan gambaran untuk agen yang berada di dalam ataupun di luar radius 60 km tersebut :



Sumber : ESDM Migas, 2019

Gambar 1.3 Peta Persebaran Agen LPG 3 Kilogram

Berdasarkan Gambar 1.3, di dalam lingkaran merah merupakan wilayah agen yang berada dalam radius 60 km dari *filling station* yaitu SPPBE/SPPEK atau Depot LPG, sehingga yang berada di luar lingkaran merah merupakan agen-agen yang di luar radius 60 km dari *filling station*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Berapa permintaan LPG 3 kilogram di Kalimantan Timur?
2. Bagaimana proses pendistribusian LPG 3 kilogram di Kalimantan Timur saat ini?
3. Bagaimana pemilihan moda dan rute yang optimal untuk distribusi di Kalimantan Timur sebagai bentuk pengendalian harga LPG 3 kilogram?

1.3 Tujuan

Sesuai dengan rumusan masalah pada sub bab sebelumnya, maka tujuan dalam penelitian dalam tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Menghitung permintaan LPG 3 kilogram di Kalimantan Timur
2. Mengetahui proses pendistribusian LPG 3 kilogram di Kalimantan Timur saat ini.
3. Menentukan pemilihan moda dan rute yang optimal untuk distribusi di Kalimantan Timur sebagai bentuk pengendalian harga LPG 3 kilogram.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang ingin dicapai dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui permintaan LPG 3 kilogram di Kalimantan Timur
2. Dapat mengetahui proses pendistribusian LPG 3 kilogram di Kalimantan Timur saat ini
3. Dapat memberikan rekomendasi dalam pemilihan moda dan rute yang optimal untuk distribusi di Kalimantan Timur sebagai bentuk pengendalian harga LPG 3 kilogram.

1.5 Hipotesis

Dugaan awal dari penelitian Tugas Akhir ini adalah adalah perencanaan rute yang optimal dan pemilihan moda yang dapat menurunkan biaya distribusi LPG 3 kilogram di Kalimantan Timur.

1.6 Batasan Masalah

Agar dalam melakukan penelitian dalam tugas akhir ini lebih fokus, dilakukan pembatasan :

1. Dalam penelitian ini membahas tentang distribusi LPG 3 kilogram bersubsidi bagian usaha hilir dan perhitungan sebatas dari sektor bisnis PT. Pertamina.
2. Analisis yang dilakukan hanya sampai pada ukuran kapal dan tidak membuat desain konseptual.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 LPG (*Liquified Petroleum Gas*)

LPG (*Liquified Petroleum Gas*) merupakan campuran dari berbagai unsur hidrokarbon yang berasal dari minyak mentah dan natural gas serta komponen utamanya adalah propana dan butana yang dicairkan. Awal mulanya, LPG 3 kilogram digunakan sebagai pengganti minyak tanah sejak tahun 2007 dengan ditetapkan Pepres No.104 Tahun 2007 mengenai konversi minyak tanah ke LPG 3 kilogram.

Tujuan dari program pengalihan minyak tanah ke LPG adalah :

1. Melakukan diversifikasi pasokan energi untuk mengurangi ketergantungan terhadap BBM, khususnya minyak tanah untuk dialihkan ke LPG
2. Mengurangi penyalahgunaan minyak tanah bersubsidi karena LPG lebih aman dari penyalahgunaan
3. Melakukan efisiensi anggaran pemerintah karena penggunaan LPG lebih efisien dan subsidinya relatif lebih kecil daripada subsidi minyak tanah
4. Menyediakan bahan bakar yang praktis, bersih dan efisien untuk rumah tangga dan usaha mikro

Sedangkan peraturan perundang-undangan yang mendukung pelaksanaan program konversi minyak tanah ke LPG ini adalah :

1. Undang-Undang No. 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi.
2. Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional.
3. Peraturan Presiden No. 104 Tahun 2007 tentang tentang Penyediaan, Pendistribusian, dan Penetapan Harga LPG Tabung 3 Kg.
4. Peraturan Menteri ESDM No 26 Tahun 2009 tentang Penyediaan dan Pendistribusian LPG.

Dari uraian di atas maka program tersebut wajib untuk disukseskan, dan Kementerian ESDM sudah ditunjuk oleh Presiden Indonesia sebagai Satuan Tugas Edukasi dan sosialisasi sehingga menjadi kewajiban bagi Badiklat ESDM untuk melaksanakannya dan khususnya kepada Pusdiklat Migas sebagai satker yang membidangi Minyak dan gas Bumi untuk mengadakan diklat penggunaan LPG.

Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No 26 Tahun 2009 tentang Penyediaan dan Pendistribusian LPG, jenis LPG dibedakan sebagai berikut :

Tabel 2.1 Jenis LPG

Jenis	Keterangan	Contoh
LPG Tertentu	LPG yang merupakan bahan bakar yang mempunyai kekhususan karena kondisi tertentu seperti pengguna/penggunaannya, kemasannya, volume dan/atau harganya yang masih harus diberikan subsidi / PSO (<i>Public Service Obligation</i>)	3 kg
LPG Umum	LPG yang merupakan bahan bakar pengguna/penggunaannya, kemasannya, volumenya dan harganya yang tidak diberikan subsidi / Non-PSO	12kg dan 50 kg

Sumber : Syukur, 2011



Sumber : <https://www.goriau.com/>

Gambar 2.1 Tabung LPG 3 Kilogram

Sedangkan pada penelitian ini, muatan yang diangkut yaitu LPG 3 kilogram yang sudah diisi ke dalam tabung LPG 3 kilogram yang akan didistribusikan ke agen-agen LPG 3 kilogram. Pada Gambar 2.1 merupakan gambar dari tabung LPG 3 kilogram. Dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2.2 Spesifikasi Tabung LPG 3 Kilogram

Spesifikasi Tabung LPG 3 Kilogram	
Berat Kotor	8 kg
Berat Bersih	3 kg
Dimeter Tabung	0,25 meter
Tinggi Tabung	0,30 meter

Spesifikasi tabung tersebut digunakan dalam perhitungan kapasitas ruang muat kapal dalam penelitian ini, di mana berat satuan muatan menggunakan berat tabung beserta berat isi tabung atau berat kotor tabung LPG 3 kilogram yaitu 8 kg dimana terbukti pada persamaan (3.34) yang merupakan variabel keputusan dalam penelitian ini, sehingga untuk berat satuan tabung dengan nilai konstan yaitu 8 kg atau 0,008 ton.

Selain itu, dalam perhitungan *payload* kapal dimana sebagai variabel keputusan selain menggunakan berat satuan tabung juga mempertimbangkan *stowage factor* tabung LPG 3 kilogram. *Stowage factor* merupakan jumlah volume ruangan untuk 1 tabung LPG 3 kilogram dalam m^3 yang dibagi dengan berat kotor 1 tabung LPG 3 kilogram yaitu 8 kg atau 0,008 ton. Dimana volume ruangan untuk 1 tabung LPG 3 kilogram sebesar 0,0187 m^3 , hasil dari perkalian kuadrat diameter tabung yaitu 0,25 meter dan tinggi tabung yaitu 0,3 meter. Sehingga nilai *stowage factor* tabung LPG 3 kilogram hasil pembagian dari 0,0187 m^3 dibagi 0,008 ton sehingga diperoleh nilai *stowage factor* tabung LPG 3 kilogram sebesar 2,43 m^3 /ton. Nilai *stowage factor* tersebut juga digunakan dalam perhitungan *payload* kapal terbukti pada persamaan (3.34).

Sifat produk LPG ini adalah sebagai berikut :

1. Tidak berwarna, untuk dapat melihat fluida tersebut maka perlu ditambah zat warna.
2. Tidak berbau, untuk menjamin faktor keselamatan diberi zat odor, sehingga apabila terjadi kebocoran akan tercium.
3. Tidak berasa.
4. Tidak (sangat sedikit) beracun, apabila terjadi kebocoran di udara dalam konsentrasi sekitar (2-3%) dapat menyebabkan *anaesthetics* yang dapat mengakibatkan pusing dan selanjutnya pingsan. Apabila terjadi kebocoran di ruang tertutup, dapat menggantikan oksigen di ruangan tersebut dan akan dapat mengakibatkan gangguan saluran pernapasan (sesak napas) pada orang yang ada di dalamnya.
5. Mudah terbakar, secara umum bahwa persyaratan mutu LPG adalah LPG harus dapat menguap dengan sempurna dan terbakar dengan baik pada saat pemakaian tanpa menyebabkan korosi atau meninggalkan deposit didalam sistem. (Syukur, 2011)

2.2 Rantai Suplai LPG 3 Kilogram

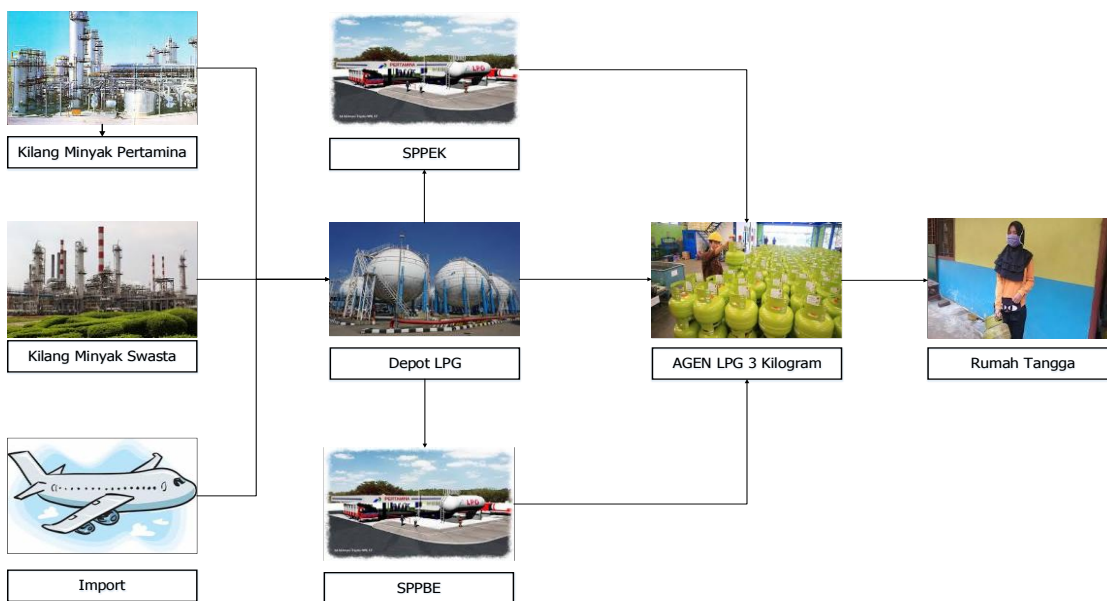
Supply Chain Management adalah pengembangan dari manajemen logistik. Keduanya melaksanakan kegiatan aliran barang, termasuk pembelian, pengendalian persediaan, pengangkutan, penyimpanan dan distribusi. Kegiatan manajemen logistik hanya terbatas dalam satu perusahaan saja. Sedangkan *supply chain management* meliputi antar perusahaan mulai dari bahan baku sampai barang jadi yang digunakan

oleh konsumen. *Supply Chain Management* melaksanakan kegiatan aliran barang yang meliputi perencanaan, produksi, penyimpanan, transportasi, dan distribusi, mulai dari titik awal bahan baku (hulu) sampai ke titik pemakaian (hilir). *Supply Chain Management* memiliki ruang lingkup yang luas meliputi pengelolaan pengadaan bahan baku, pemilihan *supplier*, proses produksi, pengangkutan, penyimpanan dan distribusi dengan didukung oleh elemen-elemen manajemen terkait. Ada 7 (Tujuh) mata rantai yang merupakan jaringan *Supply Chain Management*, yaitu *Supplier*, *Manufacture*, *Warehouse*, *Transportation*, *Distributor*, dan *Customer*. Sedangkan elemen-elemen pendukung *Supply Chain Management* terdiri dari 9 (sembilan) yang meliputi *procurement*, logistik (transportasi, pergudangan, dan distribusi), *inventory* (persediaan), *demand forecasting*, *supplier*, *production*, *information*, *quality* dan *customer*.

Aktivitas *Supply Chain Management* Meliputi :

1. Rantai Suplai Hulu (*Upstream Supply Chain*), meliputi perusahaan manufaktur dan pemasok.
2. Rantai Suplai Internal (*Internal Supply Chain*), meliputi gudang dan proses produksi.
3. Rantai Supply Hilir (*Downstream Supply Chain*), meliputi distributor dan konsumen. (Isnantooyo, 2016)

Berikut merupakan gambar dari rantai suplai LPG 3 kilogram :



Sumber : PT. Pertamina, 2011

Gambar 2.2 Rantai Suplai LPG 3 Kilogram

Pada Gambar 2.2 merupakan rantai suplai usaha hilir untuk LPG 3 kilogram, yang di mulai dari kilang pertamina dan impor, Depot LPG atau LPG FP Pertamina, SPPBE atau SPPEK, dan berakhir di agen untuk sektor bisnis PT. Pertamina.

2.2.1 Kilang Minyak



Sumber : pertamina.com

Gambar 2.3 Kilang Minyak

Kilang minyak adalah pabrik/fasilitas industri yang mengolah minyak mentah menjadi produk *petroleum* yang bisa langsung digunakan maupun produk-produk lain yang menjadi bahan baku bagi industri petrokimia. Produk-produk utama yang dihasilkan dari kilang minyak antara lain: minyak nafta, bensin (*gasoline*), bahan bakar diesel, minyak tanah (*kerosene*), dan LPG. Indonesia memiliki 7 kilang minyak sedangkan 1 diantaranya sudah tidak beroperasi yaitu *Refinery Unit I* - Pangkalan Brandan, Sumatra Utara dan 6 kilang minyak yang masih beroperasi, yaitu sebagai berikut :

1. *Refinery Unit II* - Dumai
2. *Refinery Unit III* – Plaju Palembang
3. *Refinery Unit IV* - Cilacap
4. *Refinery Unit V* - Balikpapan
5. *Refinery Unit VI* – Balongan Indramayu Jabar
6. *Refinery Unit VII* – Sorong. (Wikipedia, Kilang Minyak, 2019)

2.2.2 Depot LPG



Sumber : e-journal.uajy.ac.id

Gambar 2.4 Depot LPG

Depot LPG merupakan tempat untuk menyimpan LPG dan akan dilakukan pengisian LPG ke dalam *Skid Tank* untuk dibawa ke SPPBE, selain itu Depot LPG juga sebagai *filling station* yaitu juga melakukan pengisian LPG ke dalam kemasan tabung 3 kilogram. Di Indonesia terdapat 15 depot LPG, yaitu sebagai berikut :

1. Depot Tanjung Uban di Batam
2. Depot Tandem di Jl. Medan Tanjungpura
3. Depot Pangkalan Susu di Sumatra Utara
4. Depot P.Layang di Jl. Sungai Rebu, Palembang
5. Depot Tanjung Priok di Jl. Jampa No. 1, Tanjung Priok, Jakarta
6. Depot Balongan di Jl. Raya Balongan Km. 8, Indramayu
7. Depot Eretan di Indramayu, Jawa Barat
8. Depot Cilacap di Jl. MT. Haryono, Cilacap
9. Depot Semarang di Semarang, Jawa Tengah
10. Depot Tanjung Perak di Jl. Nilam Barat, Surabaya
11. Depot TTM Manggis di Jl, Raya Karang Asem, Desa Manggis
12. Depot Gresik di Gresik, Jawa Timur
13. Depot Tanjung Wangi di Banyuwangi, Jawa Timur

14. Depot Balikpapan di Jl. Mekar Sari Balikpapan
15. Depot Makassar di Jl. Moch Hatta (NN, 2012)

2.2.3 SPPBE/SPPEK



Sumber : <http://sppbenews.blogspot.com/>

Gambar 2.5 Pengisian LPG ke Tabung di SPPBE

SPPBE (Stasiun Pengisian dan Pengangkutan Bulk Elpiji) merupakan *filling station* yang melakukan pengangkutan LPG dalam bentuk curah dari *filling station* PT. Pertamina dan melakukan pengisian tabung-tabung LPG untuk para agen PT. Pertamina yang menjual LPG. Sedangkan SPPEK (Stasiun Pengisian dan Pengiriman Elpiji Khusus) merupakan *mini filling station* pihak swasta, yang terletak di *remote area*. *Filling fee* ditanggung oleh PERTAMINA sedangkan *transportation fee* ditanggung oleh konsumen (dimasukkan dalam struktur harga jual). Oleh karena itu harga jual LPG keluaran SPPEK akan lebih mahal daripada harga jual LPG keluaran Depot LPG ataupun SPPBE. Jadi SPPEK akan dibangun ketika :

1. SPPEK terletak di daerah yang cukup jauh dari Depot LPG ataupun SPPBE yang sudah ada.
2. Apabila pengangkutan LPG bulk dari Depot LPG / *Supply Point* ke SPPEK melalui angkutan air atau kondisi jalan darat yang dilalui tidak layak (NN, 2012)

2.2.4 Agen LPG 3 Kilogram



Sumber : delikkalimantan.com

Gambar 2.6 Agen LPG 3 Kilogram

Agen merupakan badan usaha yang berbadan hukum (PT/Koperasi) dan jaringan distribusi Pertamina yang melaksanakan kegiatan pemasaran LPG bersubsidi (LPG 3 Kg) kepada masyarakat. Saat ini terdapat lebih dari 1500 agen elpiji yang tersebar di seluruh Indonesia. Agen LPG membeli LPG secara tunai kepada PT. Pertamina, dengan lokasi pengambilan berada di Depot LPG atau SPPBE (NN, 2012).

2.3 Teori Optimasi

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

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

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

2.3.1 Linier Programming

Linier programming adalah suatu teknis matematika yang dirancang untuk membantu manajer dalam merencanakan dan membuat keputusan dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan perusahaan. Tujuan perusahaan pada umumnya adalah memaksimalkan keuntungan, namun karena terbatasnya sumber daya, maka dapat juga perusahaan meminimalkan biaya. *Linier programming* memiliki empat ciri khusus, yaitu:

1. Penyelesaian masalah mengarah pada pencapaian tujuan maksimisasi atau minimisasi.
2. Kendala yang ada membatasi tingkat pencapaian tujuan.
3. Ada beberapa alternatif penyelesaian.
4. Hubungan matematis bersifat linear.

Dalam melakukan suatu proses optimasi, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain: variabel parameter, konstanta, batasan, dan fungsi objektif. Berbagai hal di atas nantinya berfungsi sebagai acuan dalam melakukan proses optimasi.

Adapun penjelasannya adalah sebagai berikut :

1. Variabel keputusan merupakan harga-harga yang akan dicari dalam proses optimasi.
2. Parameter adalah harga yang tidak berubah besarnya selama satu kali proses optimasi karena adanya syarat-syarat tertentu. Atau dapat juga suatu variabel yang diberi harga. Data tersebut dapat diubah setelah satu kali proses untuk menyelidiki kemungkinan terdapatnya hasil yang lebih baik.
3. Batasan adalah harga-harga atau nilai-nilai batas yang telah ditentukan baik oleh perencana, pemesan, peraturan, atau syarat-syarat yang lain dan dimana suatu variabel itu harus dibatasi. Misalkan akan menggunakan variabel keputusan pemilihan sesuatu yang harus didefinisikan iya atau tidak (1 atau 0), maka variabel keputusan itu sendiri harus mempunyai batasan binary agar angka yang keluar ketika running model sesuai dengan fungsinya.
4. Fungsi objektif merupakan hubungan dari keseluruhan atau beberapa variabel serta parameter yang harganya akan dioptimalkan. Fungsi tersebut dapat berbentuk linear, non linear, atau gabungan dari keduanya dengan fungsi yang lain.

Secara teknis, ada lima syarat tambahan dari permasalahan linear programming yang harus diperhatikan yang merupakan asumsi dasar, yaitu:

1. *Certainty* (kepastian), maksudnya adalah fungsi tujuan dan fungsi kendala sudah diketahui dengan pasti dan tidak berubah selama periode analisis.
2. *Proportionality* (proporsionalitas), yaitu adanya proporsionalitas dalam fungsi tujuan dan fungsi kendala.
3. *Additivity* (penambahan), artinya aktivitas total sama dengan penjumlahan aktivitas individu.
4. *Divisibility* (bisa dibagi-bagi). Maksudnya solusi tidak harus merupakan bilangan integer (bilangan bulat), tetapi bisa juga berupa pecahan.
5. *Non-negative variable* (variabel tidak negatif), artinya bahwa semua nilai jawaban atau variabel tidak negatif. (Kusuma, 2018)

2.3.2 Biaya Satuan (*Unit Cost*)

Biaya satuan (*unit cost*) adalah biaya yang dikeluarkan atau diperlukan untuk produksi satu barang. Dalam penelitian ini produksi yang dimaksud adalah pengiriman, sehingga *unit cost* dalam penelitian ini adalah besar biaya (*cost*) yang dibutuhkan untuk mengirim satu barang (kendaraan) dari asal (*origin*) ke tujuan (*destination*). Untuk menentukan *unit cost* perlu diketahui total biaya-biaya (TC) yang mempengaruhi pengiriman ini.

$$UC = TC / Q$$

Keterangan :

UC : *Unit Cost*

TC : *Total Cost*

Q : Muatan terangkut

Fungsi objektif merupakan ekspresi matematis untuk mendeskripsikan hubungan dari parameter optimisasi atau hasil sebuah operasi yang menggunakan parameter optimisasi sebagai masukan. Terdapat pilihan untuk fungsi objektif yaitu dimaksimalkan atau diminimalkan. Dimaksimalkan jika fungsi objektif adalah profit atau keuntungan yang akan didapatkan. Diminimalkan jika fungsi objektif adalah biaya atau pengeluaran yang harus dikeluarkan

2.4 Moda Transportasi

Moda transportasi merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan alat angkut yang digunakan untuk berpindah tempat dari satu tempat ke tempat lain. Moda yang biasanya digunakan dalam transportasi dapat dikelompokkan atas moda yang berjalan di darat, berlayar di perairan laut dan pedalaman, serta moda yang terbang di udara. Moda transportasi utama di Kalimantan yaitu moda transportasi sungai dan darat. Untuk moda transportasi sungai didukung dengan adanya sungai Mahakam yang merupakan salah satu sungai terpanjang di Indonesia. Sedangkan untuk moda transportasi darat belum didukung dengan bagusnya infrastruktur jalan dan merupakan infrastruktur darat satu-satunya.

2.4.1 Moda Transportasi Sungai

Angkutan sungai adalah sebuah sistem transportasi di sungai dan pedalaman yang mengangkut barang dan penumpang. Angkutan sungai dapat dibagi sesuai dengan jenis sungai yang dilewatinya. Pengelompokan tersebut antara lain adalah :

1. Muara sungai

Karakteristik angkutan di muara sungai antara lain adalah alur pelayaran menentukan ukuran kapal, dipengaruhi dengan pasang dan surut, dapat digunakan oleh pelayaran laut, cocok untuk kapal curah dan kapal peti kemas.

2. Sungai besar yang tidak dipengaruhi pasang surut

Pelayaran laut dapat melewati perairan ini selama kedalaman alur mencukupi, cocok untuk kapal curah, dan kemungkinan juga cocok untuk kapal peti kemas.

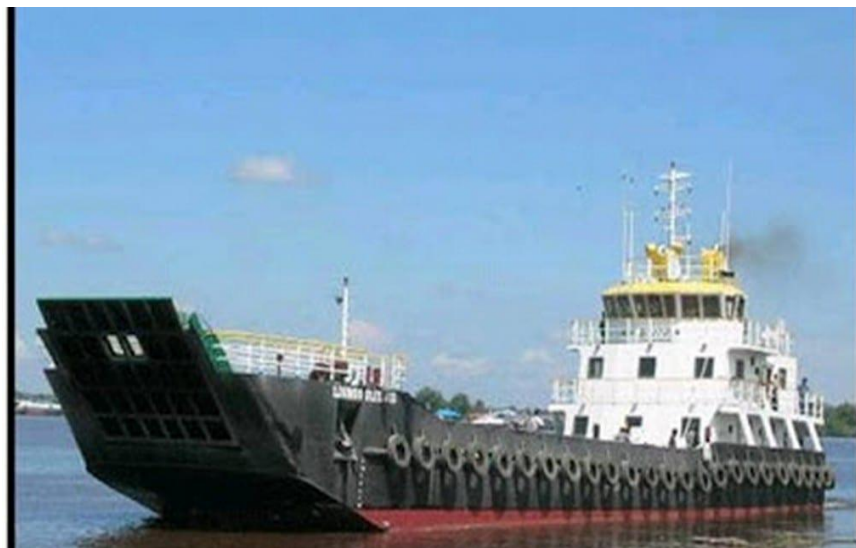
3. Sungai lebar

Pada perairan sungai yang lebar ini pasang – surut tidak berpengaruh, cocok untuk angkutan khusus sungai atau kapal dengan sarat rendah, dan kemungkinan masih bisa dilewati kapal peti kemas.

4. Terusan/kanal sempit

Ini adalah perairan buatan yang hanya dapat digunakan kapal berukuran kecil. Tidak cocok untuk kapal peti kemas. (Septavindo, 2019)

A. LCT



Sumber : kapal.id

Gambar 2.7 Kapal LCT

LCT (*Landing Craft Tank*) adalah sebuah kapal pendarat serang untuk mendaratkan tank di tepi pantai. Kapal ini mulai muncul pada saat Perang Dunia II dan digunakan oleh Angkatan Laut Inggris dan Amerika Serikat. Kapal jenis *Landing Craft* memiliki dek yang luas dan rata sehingga cocok untuk mengangkut kendaraan maupun bahan logistik ke daerah-daerah pertambangan terutama yang terletak di pulau atau daerah terpencil. (Zumar & Hasanudin, 2018)

B. Tongkang



Sumber : beritasatu.com

Gambar 2.8 Tongkang

Tongkang atau Ponton adalah suatu jenis kapal yang dengan lambung datar atau suatu kotak besar yang mengapung, digunakan untuk mengangkut barang dan ditarik dengan kapal tunda atau digunakan untuk mengakomodasi pasang-surut seperti pada dermaga apung. Ponton digunakan juga untuk mengangkut mobil menyeberangi sungai, di daerah yang belum memiliki jembatan. Sangat banyak digunakan pada tahun 1960an hingga 1980an di jalur lintas Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Papua. Sekarang sebagian besar sudah digantikan dengan jembatan. Tongkang sendiri tidak memiliki sistem pendorong (propulsi) seperti kapal pada umumnya. Pembuatan kapal tongkang juga berbeda karena hanya konstruksi saja, tanpa sistem seperti kapal pada umumnya. Tongkang sendiri umum digunakan untuk mengangkut muatan dalam jumlah besar seperti kayu, batubara, pasir dan lain-lain. (Wikipedia, Tongkang, 2018)

Dalam penelitian ini menggunakan kapal LCT dikarenakan kapal dapat bersandar tanpa dermaga karena LCT dapat bersandar tanpa dermaga. Pelabuhan asal dan pelabuhan tujuan dalam penelitian ini merupakan pelabuhan non-komersial yang merupakan pelabuhan untuk masing-masing kabupaten yang berada dipedalaman, sehingga fasilitas dermaga sangat terbatas. Selain itu LCT dapat bermanuver lebih baik daripada kapal tongkang.

2.4.2 Moda Transportasi Darat

Satu-satunya infrastruktur untuk transportasi darat di Kalimantan yaitu jalan, sehingga alat transportasi yang digunakan dalam pendistribusian barang yaitu truk, sedangkan untuk pendistribusian LPG 3 kilogram selain truk yaitu *skid tank*.

A. Truk

Truk adalah kendaraan angkutan jalan raya yang memiliki spesifikasi tertentu. Kendaraan ini dipergunakan untuk mengangkut barang dalam ukuran besar dan berat atau dalam jumlah banyak. Berikut merupakan truk untuk pendistribusian LPG 3 kilogram :



Sumber : alinea.id

Gambar 2.9 Truk LPG 3 Kilogram

B. Skid Tank

Skid tank merupakan armada pembawa LPG dalam bentuk curah yang disimpan dalam tabung. Skid tank untuk LPG ada yang berkapasitas 8, 13, 15, 18, 20 dan 25 ton. Berikut merupakan gambar *skid tank* :



Sumber : <http://jayagasteknik.blogspot.com/>

Gambar 2.10 Skid Tank

2.5 Komponen Biaya Transportasi

Berdasarkan jalur yang dilewati oleh moda transportasi, maka biaya transportasi dibagi menjadi dua yaitu biaya transportasi darat dan biaya transportasi laut.

2.5.1 Biaya Transportasi Laut

Biaya transportasi laut dalam pelayaran digunakan untuk menghitung besarnya biaya-biaya yang timbul akibat pengoperasian kapal (Wijnolst & Wergeland, 1997). Biaya transportasi laut terbagi kedalam empat kategori utama, yaitu biaya modal (*capital cost*), biaya operasional (*operating cost*), biaya pelayaran (*voyage cost*), dan biaya bongkar muat (*cargo handling cost*), berikut ini penjelasan lebih lanjut pada biaya transportasi laut:

a. Biaya Modal (*Capital Cost*)

Capital cost adalah harga kapal pada saat dibeli atau dibangun. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan pengembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut. Pengembalian nilai capital ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan.

b. Biaya Operasional (*Operating Cost*)

Operating cost adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan untuk aspek-aspek operasional sehari-hari untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar. *Operating cost* terdiri dari gaji ABK, minyak pelumas, air tawar, perbekalan, perbaikan dan perawatan, asuransi, dan administrasi.

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

Keterangan :

OC	: <i>Operating Cost</i>
M	: <i>Manning</i>
ST	: <i>Stores</i>
AT	: Air tawar
MN	: <i>Maintenance and repair</i>
I	: <i>Insurance</i>
AD	: <i>Administrasi</i>

1) *Manning Cost*

Manning cost adalah biaya yang dikeluarkan untuk gaji termasuk didalamnya adalah gaji pokok, tunjangan, asuransi sosial, dan uang pensiun kepada anak buah kapal atau biasa disebut crew cost. Besarnya crew cost ditentukan oleh jumlah dan struktur pembagian kerja, dalam hal ini tergantung pada ukuran-ukuran teknis kapal.

2) *Store Cost, supplies and lubricating oils*

Jenis biaya pada kategori ini terbagi dala tiga macam, yaitu *marine stores* (cat, tali, besi), *engine room stores* (*spare part, lubricating oils*), dan *steward's stores* (bahan makanan).

3) Air tawar

Merupakan biaya pembelian air tawar yang digunakan untuk kebutuhan crew kapal dan juga untuk pendingin mesin kapal.

4) *Maintenance and repair cost*

Merupakan biaya perawatan dan perbaikan mencakup semua kebutuhan untuk mempertahankan kondisi kapal sesuai dengan standar kebijakan perusahaan maupun persyaratan badan klasifikasi, biaya ini terbagi menjadi tiga kategori, yakni survei klasifikasi, perawatan rutin dan perbaikan.

5) Biaya Asuransi

Merupakan biaya asuransi yaitu komponen pembiayaan yang dikeluarkan sehubungan dengan risiko pelayaran yang dilimpahkan kepada perusahaan asuransi. Komponen pembiayaan ini berbentuk pembayaran premi asuransi kapal yang besarnya tergantung kepada pertanggungan dan umur kapal.

Hal ini menyangkut sampai sejauh mana risiko yang dibebankan melalui klaim pada perusahaan asuransi. Semakin tinggi risiko yang dibebankan, maka

semakin tinggi premi asuransi. Umur kapal juga mempengaruhi rate premi asuransi. Rate yang lebih tinggi akan dikenakan pada kapal yang lebih tua umurnya. Biaya asuransi yang sering digunakan adalah *Hull and Machinery Insurance* dan *Protection and Indemnity Insurance*.

6) Biaya Administrasi

Biaya administrasi diantaranya adalah biaya pengurusan surat-surat kapal, biaya sertifikat dan pengurusannya, biaya pengurusan ijin kepelabuhanan maupun fungsi administrative lainnya. Besarnya biaya ini tergantung kepada besar kecilnya perusahaan dan jumlah armada yang dimiliki.

c. Biaya Pelayaran (*Voyage Cost*)

Biaya pelayaran atau *voyage cost* adalah biaya variable yang dikeluarkan oleh kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen biaya pelayaran adalah biaya bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, biaya pelabuhan, biaya pandu dan biaya tunda.

$$VC = FC + PD + TP$$

Keterangan :

VC : *Voyage Cost*

FC : *Fuel Cost*

PD : *Port Dues* atau ongkos pelabuhan

TP : Pandu dan tunda

1) Biaya Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar kapal tergantung pada beberapa variable seperti ukuran kapal, bentuk dan kondisi lambung, pelayaran bermuatan atau ballast, kecepatan kapal, cuaca, jenis dan kapasitas mesin induk dan motor bantu, dan kualitas bahan bakar.

Biaya bahan bakar tergantung pada konsumsi harian bahan bakar selama berlayar di laut dan di pelabuhan serta harga bahan bakar. Jenis bahan bakar yang dipakai ada 3 macam yaitu HSD dan MFO.

2) Biaya Pelabuhan

Pada saat kapal berada dipelabuhan biaya-biaya yang dikeluarkan meliputi *port dues* dan *services charges*. *Port dues* adalah biaya yang dikenakan atas penggunaan fasilitas pelabuhan berupa fasilitas dermaga, tambatan, kolam labuh, dan infrastruktur lainnya yang besarnya tergantung volume kargo, berat kargo, *gross tonnage* dan *net tonnage*. *Services charge* meliputi jasa yang

dipakai kapal selama dipelabuhan termasuk pandu dan tunda. Berdasarkan PP No.15 Tahun 2016 yang mengatur tentang tarif jasa transportasi laut baik untuk pelabuhan non komersial dan pelabuhan komersial. (Wergeland, 1997)

2.5.2 Biaya Transportasi Darat

Pada buku Supply Chain Logistical Management (Closs, 2002) komponen dari biaya transportasi adalah biaya *Variabel* dan *Fixed*.

a. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

Fixed cost adalah biaya yang sudah dipastikan tetap ada meskipun tidak ada aktifitas pengiriman. Contoh biaya *fixed cost* dalam masalah transportasi darat adalah biaya sewa truk, dan gaji supir truk

$$FC = BT + BG + BK$$

Keterangan :

FC : *Fixed Cost*

BT : Biaya Sewa Truk

BG : Biaya Gaji Supir

BK : Biaya Gaji Knek

b. Biaya Variabel

Biaya variabel adalah biaya yang muncul setiap ada aktifitas pengiriman muatan. Contoh biaya variabel adalah biaya BBM, bongkar muat, biaya parkir dan keperluan lainnya.

$$VC = BB + BM + BL$$

Keterangan :

VC : *Variable Cost*

BB : Biaya Bahan Bakar

c. Total Biaya Transportasi Darat

$$TC = FC + VC$$

Keterangan :

TC : Total Cost

FC : *Fixed Cost*

VC : *Variable Cost*

(Nilatama, 2020)

2.6 Persediaan (*Inventory*)

Selain transportasi, persediaan juga ada didalam distribusi. Persediaan adalah stok berbagai item atau sumber-sumber yang digunakan dalam organisasi. Persediaan didefinisikan sebagai barang, bahan-bahan, atau asset yang dimiliki oleh perusahaan untuk digunakan di masa yang akan datang. Kebijakan di bidang persediaan dapat dipandang sebagai masalah taktis (*tactical problem*), sehingga perencanaan kebutuhan persediaan direncanakan dalam konteks jangka waktu menengah selaras dengan keseluruhan rencana produksi, strategi pemasaran dan distribusi.

Biaya persediaan (*Inventory Cost*) ada 3 komponen biaya yaitu biaya material (*material cost*), biaya pemesanan (*ordering cost*) dan biaya penyimpanan (*carrying cost/holding cost*) (Chopra & Meindl, 2016). Ketiga komponen tersebut dirumuskan dalam persamaan berikut ini :

$$TIC = C * D + \frac{D}{Q} * S + \frac{Q}{2} * h * C$$

,dan besarnya nilai Q diperoleh dari :

$$Q = \sqrt{\frac{2 * D * S}{h * C}}$$

Keterangan :

- C : harga perolehan barang
- D : permintaan dalam satu tahun
- S : biaya pesan per pesanan
- Q : volume pembelian setiap kali pembelian
- h : biaya penyimpanan (20-25% per tahun)

Biaya material merupakan biaya bahan baku dalam pembuatan produk jadi, sedangkan biaya pemesanan yaitu biaya yang berhubungan dengan penambahan persediaan yang dimiliki. Biaya ini biasanya dinyatakan dalam rupiah per pesanan dan tidak terkait dengan volume pemesanan. Jadi *ordering costs* berhubungan positif dengan frekuensi persediaan. Termasuk dalam kelompok ini adalah biaya pengiriman, pesanan beli, inspeksi penerimaan dan pencatatan. *Ordering costs* biasanya berhubungan terbalik dengan *carrying costs/holding cost*, jika volume pesanan bertambah, *ordering costs* berkurang tapi *carrying costs/holding cost* bertambah.

Biaya penyimpanan (*carrying cost/holding cost*) adalah biaya yang dikeluarkan berkaitan dengan diadakannya persediaan barang, mencakup biaya aktivitas

penyimpanan di gudang, biaya penggunaan modal kerja untuk pembelian dan penyimpanan barang. Yang termasuk dalam biaya ini adalah :

- Biaya sewa gudang,
- Biaya administrasi pergudangan,
- Biaya gaji pelaksana gudang,
- Biaya listrik, air dan telepon.
- Biaya modal yang ditanam dalam persediaan,
- Biaya asuransi,
- Biaya kerusakan / kehilangan dan penyusutan persediaan.

Dalam penelitian ini komponen biaya *inventory cost* yang digunakan dalam analisis hanya biaya penyimpanan (*carrying cost/holding cost*) dikarenakan untuk *material cost* tidak termasuk lingkup dalam penelitian ini dan sedangkan untuk *ordering cost* sudah masuk kedalam analisis biaya transportasi dalam penelitian ini.

2.7 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis juga meninjau dari penelitian sebelumnya, agar dalam proses pengerjaan dapat dilakukan dengan sempurna diantara penelitian yang sebelumnya adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

Keterangan	Anggoro (2011)	Kusuma (2018)	Septavindo(2019)	Isna Nur R
Judul Penelitian	Perencanaan Sistem Distribusi LPG 3 Kilogram : Studi Kasus Kalimantan Timur	Analisis Struktur Biaya Angkutan Semen Menuju Kebijakan Satu Harga	Analisis Implementasi Integrasi Layanan Angkutan Sungai : Studi Kasus Wilayah Kalimantan Timur	Model Distribusi LPG 3 Kilogram Dalam Mendukung Kebijakan Satu Harga : Studi Kasus Kalimantan Timur
Studi Kasus	Kalimantan Timur	Wamena, Papua	Kalimantan Timur	Kalimantan Timur
Komoditas	LPG 3 Kilogram	Semen	Barang Kebutuhan Pokok	LPG 3 Kilogram
Metode	<i>Set Covering</i>	Optimasi	Optimasi	<i>Linier programming</i>
Hasil	Jumlah SPPBE dan biaya transportasi	Biaya distribusi	Desain kapal dan penurunan biaya distribusi	Rute dan ukuran kapal optimum serta biaya satuan distribusi LPG

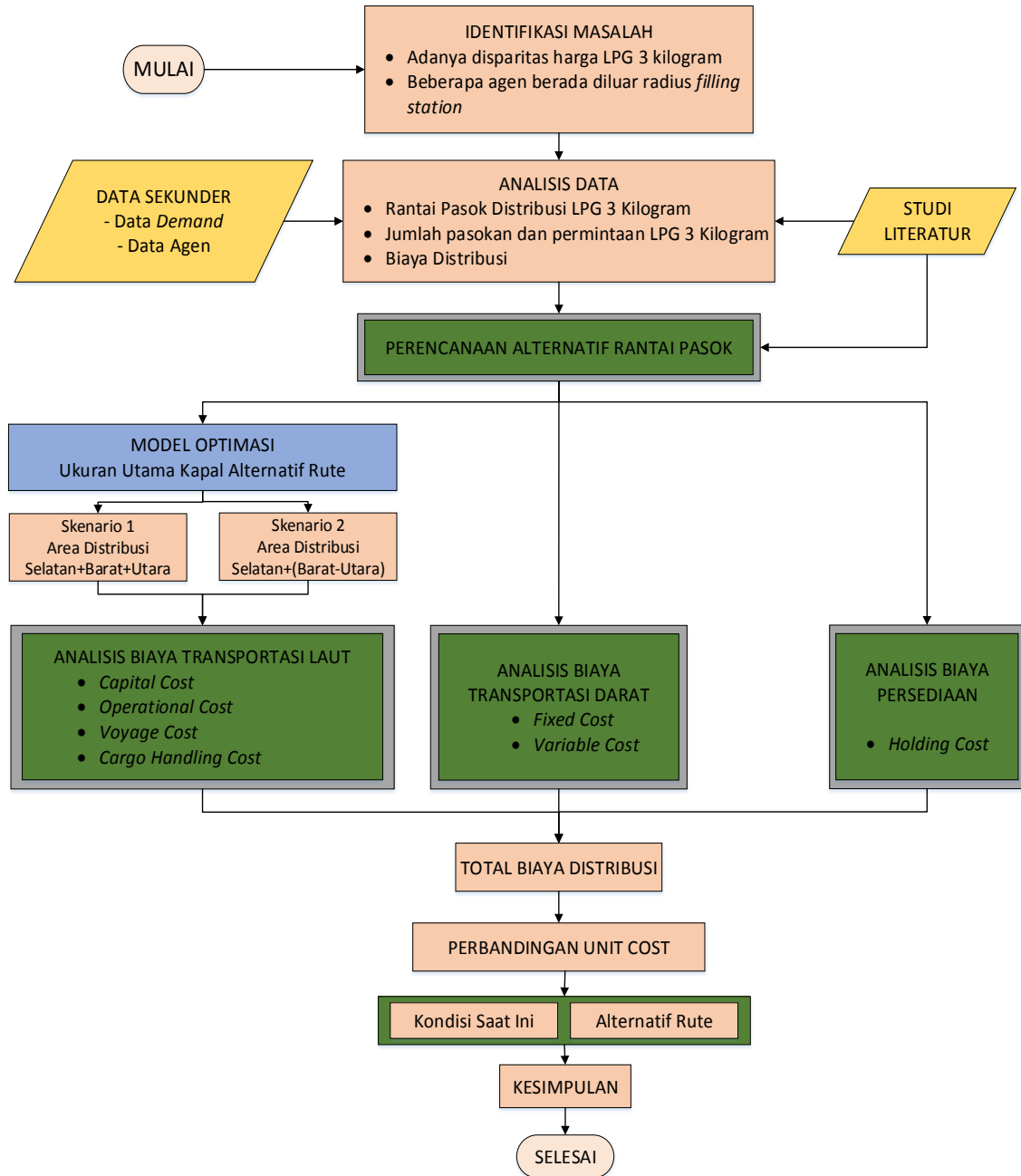
Pada Tabel 2.3 terdapat 3 penelitian sebelumnya, di mana perbedaan dengan penelitian 1 yaitu pada metode yang digunakan. Perbedaan dengan penelitian 2 yaitu pada studi kasus, komoditas, dan metode yang digunakan. Sedangkan, perbedaan dengan penelitian 3 yaitu pada komoditas dan metode yang digunakan.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Dalam melaksanakan penelitian ini, dibutuhkan metodologi untuk mempermudah alur dan proses kerja. Secara umum, metodologi dalam penelitian ini dapat digambarkan dalam diagram alir berikut ini :



Sumber: Penulis, 2020

Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi

3.2 Tahap Pengerjaan

Metodologi penelitian adalah langkah-langkah dalam mengerjakan penelitian, salah satunya pada pengerjaan Tugas Akhir ini. Selanjutnya akan dijelaskan alur pengerjaan sesuai dengan diagram alir pengerjaan pada diagram alir di atas. Secara umum tahapan-tahapan pengerjaan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bagian antara lain:

1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah pada sistem distribusi LPG 3 kilogram. Permasalahan yang terjadi adalah adanya disparitas harga LPG 3 kilogram. Selain itu, berdasarkan Peraturan Presiden No. 104 Tahun 2007 tentang tentang penyediaan, pendistribusian, dan penetapan harga LPG tabung 3 kilogram dan Peraturan Menteri ESDM No 26 Tahun 2009 tentang penyediaan dan pendistribusian LPG serta gambaran skema pendistribusi LPG 3 kilogram dari Kementerian ESDM dijelaskan jika radius agen berada dalam 60 km dari *filling station* (Depot LPG atau SPPBE), dan ada beberapa agen yang terletak diluar radius 60 km dari *filling station* (Depot LPG atau SPPBE) sehingga biaya angkutan mahal dan membuat harga jual LPG 3 kilogram menjadi mahal.

2. Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan analisis data tentang sistem distribusi LPG 3 Kilogram saat ini, jumlah pasokan serta permintaannya, dan biaya distribusinya. Untuk mendukung proses analisis pada tahap ini, penulis juga melakukan pengumpulan data yang dilakukan dengan pengumpulan data sekunder. Selain itu juga diperlukan studi literatur yang berhubungan dengan LPG 3 kilogram dan distribusi.

3. Perencanaan Alternatif Rantai Pasok

Pada tahap ini dilakukan perencanaan alternatif rantai pasok LPG 3 kilogram yang berpotensi untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Perencanaan alternatif dimulai dengan menentukan agen-agen yang berada di luar radius 60 km dari *filling station* (Depot LPG atau SPPBE). Setelah itu mencari pelabuhan terdekat sebagai pelabuhan tujuan dan pelabuhan asal merupakan pelabuhan terdekat dengan dari *filling station* (Depot LPG atau SPPBE). Setelah titik – titik tersebut ditentukan maka akan terbentuk simpul rute pelayaran yang akan digunakan dalam perencanaan ini. Dengan berfokus pada angkutan laut dan komponen biayanya, analisis ini akan melihat besarnya biaya pengangkutan jika diadakan pemindahan dari jalur darat ke jalur air untuk agen-agen yang terletak lebih dari 60 km dari *filling station*. Biaya

angkutan pada penelitian ini memiliki peran besar dalam pembentukan harga LPG 3 kilogram, sehingga untuk mengoptimalkan biaya dapat dilakukan dengan cara mengoptimalkan alat angkutnya, yang mana dalam hal ini adalah kapal.

4. Perencanaan Skenario

Sektor transportasi laut dalam penelitian ini membahas bagaimana operasional kapal dapat berpengaruh terhadap pembentukan harga suatu komoditas, yang mana dalam hal ini adalah komoditas LPG 3 kilogram. Muatan dalam penelitian ini dalam bentuk kemasan tabung LPG 3 kilogram. Seperti yang kita ketahui, Kalimantan Timur memiliki wilayah daratan yang melebar ke arah barat dan memanjang ke arah utara. Di tengah Kalimantan Timur terdapat Sungai Mahakam yang memanjang ke arah barat yang melewati 3 kabupaten yaitu Kabupaten Kutai Kartanegara, Kutai Barat, dan Mahakam Ulu. Untuk pendistribusian LPG 3 Kilogram ini untuk agen-agen yang berada di luar radius 60 km dari *filling station* (Depot LPG atau SPPBE) akan ditinjau berdasarkan letaknya sehingga akan dibagi menjadi 3 area distribusi, yaitu area distribusi barat yang bisa menggunakan jalur Sungai Mahakam dan area distribusi utara dan area distribusi selatan yang bisa menggunakan laut Sulawesi dan Selat Makassar. Area distribusi tersebut berdasarkan letak agen dari *filling station*, sehingga letak agen yang di luar radius 60 km dari *filling station* maka akan dikelompokkan menjadi area distribusi berdasarkan letaknya dari *filling station*. Berdasarkan hal tersebut dijadikan sebagai dasar dari skenario pendistribusian. Tujuan skenario untuk pembagian area distribusi di mana skenario 1 area dsitribusi selatan, barat dan utara, sedangkan untuk skenario 2 penggabungan antara area distribusi barat dan utara sehingga area distribusi selatan dan barat-utara. Pembagian skenario tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah dengan penggabungan area distribusi akan meminilkan jumlah kapal yang akan digunakan dalam pendistribusian sehingga dengan akan menurunkan biaya distribusinya. Pembangunan kapal dilakukan dikarenakan keterbatasan ketersediaan kapal dengan batasan sarat yang rendah di mana perairan yang digunakan yaitu sungai dan kedalaman sungai ketika surut hanya setinggi 2 meter. Berdasarkan Keputusan Menteri Pehubungan No. 722 Tahun 2018 Tentang Penetapan Alur Pelayaran, Sistem Rute, Tata Cara Berlalu Lintas, dan Daerah Labuh Kapal Sesuai Kepentingannya di Pelabuhan Samarinda, under keel clearance (UKC) yaitu jarak diantara keel kapal dengan dasar sungai harus $\geq 10\%$ dari sarat kapal. UKC didapatkan dengan rumus, sebagai berikut :

$$UKC = 10\% * T$$

di mana :

UKC : Under Keel Clearance (m)

T : Sarat Kapal (m)

Sehingga berdasarkan persamaan tersebut didapatkan nilai maksimal sarat kapal yaitu 1,82 m.

5. Analisis Biaya

Setelah beberapa alternatif rute terbentuk, kemudian dilakukan perhitungan biaya yang muncul dari tiap alternatif tersebut. Biaya ini meliputi biaya angkutan laut, angkutan darat, dan biaya persediaan (*inventory cost*). Untuk biaya angkutan laut, dilakukan optimasi ukuran utama kapal menggunakan alat bantu solver dengan hasil keluaran (*output*) berupa ukuran kapal terpilih dengan kriteria biaya minimal serta menghasilkan unit cost paling minimum. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan angkutan truk. Setelah itu dilakukan perhitungan untuk biaya persediaannya.

3.3 Biaya Transportasi Laut

Menghitung biaya transportasi laut dapat dilakukan dengan menjumlahkan biaya tetap (*fixed cost*) dengan biaya variabel (*variable cost*) berdasarkan teori biaya dalam transportasi laut menurut (Wergeland, 1997). Biaya tetap adalah harga kapal dan biaya operasional. Sedangkan biaya variabel terdiri dari biaya pelayaran (*voyage cost*), biaya pelabuhan (*port dues*) dan biaya penanganan muatan (*cargo handling*). Karena komponen biaya tersebut bisa ada karena adanya muatan LPG 3 kilogram yang diangkut (bersifat variabel). Persamaan yang digunakan dalam menentukan biaya total adalah sebagai berikut:

$$TC_k = FC_k + VC_k \quad (3.1)$$

dengan,

TC_k : biaya total (*total cost*)

FC_k : biaya tetap (*fixed cost*)

VC_k : biaya variabel (*variable cost*)

Untuk perhitungan biaya unit adalah menggunakan formulasi sebagai berikut :

$$Z_k = TC_k / Q_i \quad (3.2)$$

dengan,

Z_k : biaya kapal per unit (*unit cost*)

TCK : biaya total kapal (*total cost*)

Q_i : total tabung LPG 3 kilogram terangkut untuk alternatif rute i

Perhitungan *unit cost* yaitu *total cost* dibagi dengan total muatan yang diangkut. Formulasi biaya tetap dan biaya variabel adalah sebagai berikut :

1. Biaya Tetap

Formulasi untuk menghitung biaya tetap (harga kapal) dan operasional adalah sebagai berikut :

$$FC = nk * (CC + OC) \quad (3.3)$$

dimana,

FC : biaya tetap (*fixed cost*)

nk : jumlah kapal yang diperlukan (unit)

CC : biaya modal (*Capital Cost*)

OC : biaya operasional (*Operating Cost*)

dengan,

$$CC = Dp + A \quad (3.4)$$

$$CC = \frac{H_k}{U_e} + \frac{P_i + i}{t} \quad (3.5)$$

dan untuk nilai H_k :

$$\begin{aligned} H_k &= C_k + \text{keuntungan} + \text{inflasi} - \text{pajak} \\ &= (P_{\text{baja}} * W_{\text{baja}}) + 10\% * C_k + 2\% * C_k - (-10\% * C_k) \end{aligned} \quad (3.6)$$

$$\begin{aligned} W_{\text{baja}} &= W_{\text{ST}} + W_{\text{E\&O}} + W_{\text{ME}} + W_{\text{NW}} \\ &= W_{\text{ST}} + (W_{\text{PO}} + W_{\text{DH2}} + W_{\text{WH}} + W_{\text{FC}} + W_{\text{RD}} + W_{\text{IV}}) + W_{\text{ME}} \\ &\quad + 10\% * (W_{\text{ST}} + W_{\text{E\&O}} + W_{\text{ME}}) \\ &= [Lpp_k * B_k * DA * CS + 20\%] + \left[\frac{CALV}{100} * ((20\%Lpp_k * B_k) + (15\%Lpp_k * (B_k - 2)) + (7\%Lpp_k * (B_k - 4)) + (10\%Lpp_k * B_k) + ((B_k - 2) * 4)) + (((Lpp_k * B_k * H_k)^{(2/3)}) * C) \right] + W_{\text{ME}} + 10\% * (W_{\text{ST}} + W_{\text{E\&O}} + W_{\text{ME}}) \end{aligned} \quad (3.7)$$

$$\begin{aligned} C_k &= P_{\text{baja}} * W_{\text{baja}} \\ &= 1020 * \{ [Lpp_k * B_k * DA * CS + 20\%] + \left[\frac{CALV}{100} * ((20\%Lpp_k * B_k) + (15\%Lpp_k * (B_k - 2)) + (7\%Lpp_k * (B_k - 4)) + (10\%Lpp_k * B_k) + ((B_k - 2) * 4)) + (((Lpp_k * B_k * H_k)^{(2/3)}) * C) \right] + W_{\text{ME}} + 10\% * (W_{\text{ST}} + W_{\text{E\&O}} + W_{\text{ME}}) \} \end{aligned} \quad (3.8)$$

$$\begin{aligned}
H_k &= 122\% * C_k \\
&= 122\% * \{ 1020 * \{ [Lpp_k * B_k * DA * CS + 20\%] + [\frac{CALV}{100} \\
&\quad * ((20\%Lpp_k * B_k) + (15\%Lpp_k * (B_k - 2)) + (7\%Lpp_k * \\
&\quad (B_k - 4)) + (10\%Lpp_k * B_k) + ((B_k - 2) * 4)] + (((Lpp_k * B_k \\
&\quad * H_k)^{(2/3)) * C) + W_{ME} + 10\% * (W_{ST} + W_{E\&O} + W_{ME}) \} \}
\end{aligned} \tag{3.9}$$

dimana,

- CC : biaya modal (*Capital Cost*)
- nk : Jumlah kapal
- Dp : depresiasi atau penyusutan nilai kapal
- A : angsuran pokok
- Hk : harga kapal
- Ue : umur ekonomis kapal
- Pi : pinjaman pokok
- i : bunga
- t : jangka waktu pengembalian pinjaman (tenor)
- Ck : Cost Kapal
- Pbaja : Price baja
- Wbaja : Berat baja
- WST : Berat struktural
- WE&O : Berat peralatan&perlengkapan
- WME : Berat mesin
- WNW : Not weight (biaya klasifikasi, konsultasi, trial cost, dll)
- WPO : Berat poop
- WDH2 : Berat deck house
- WWH : Berat wheel house
- WFC : Berat forecastle
- WRD : Berat rampdoor
- WIV : Berat IV (miscellaneous/bermacam-macam)
- Lppk : Panjang kapal
- Bk : Lebar kapal
- DA : Tinggi kapal setelah dikoreksi dengan Superstructure and Deck House
- CS : koefisien
- CALV : spesifikasi berat dan volume area

sedangkan,

$$OC_K = n_k * (B_{crew} + B_{lub} + B_{bekal} + B_{fw} + B_{perawatan} + I + B_{adm}) \quad (3.10)$$

dengan,

$$B_{crew} = g \cdot Z_c \cdot F_g \quad (3.11)$$

$$Z_c = C_{st} \cdot C_{dk} [((L_{ppk} \cdot B_k \cdot H_k \cdot 35)/(10^5))^{(1/6)}] + [C_{eng} \cdot ((BHP/(10^5))^{(1/3)})] + cadet \quad (3.12)$$

$$B_{lub} = P_{lub} * K_{lub} \quad (3.13)$$

$$B_{bekal} = 75.000 * 330 * Z_c \quad (3.14)$$

$$B_{fw} = P_{fw} * (Fw1 + Fw2) \quad (3.15)$$

$$Fw1 = Cw1 * Z_c * W_{laut} \quad (3.16)$$

$$Fw2 = Cw2 * BHP \quad (3.17)$$

$$B_{perawatan} = 1\% * P_k \quad (3.18)$$

$$I = 1\% * P_k \quad (3.19)$$

$$B_{adm} = 500.000 * f_k \quad (3.20)$$

Sehingga nilai OC_k dengan persamaan berikut :

$$OC_K = n_k * \{ (g * (C_{st} \cdot C_{dk} [((L_{ppk} \cdot B_k \cdot H_k \cdot 35)/(10^5))^{(1/6)}] + [C_{eng} \cdot ((BHP/(10^5))^{(1/3)})] + cadet) * F_g) + (P_{lub} * K_{lub}) + (75.000 * 330 * (C_{st} \cdot C_{dk} [((L_{ppk} \cdot B_k \cdot H_k \cdot 35)/(10^5))^{(1/6)}] + [C_{eng} \cdot ((BHP/(10^5))^{(1/3)})] + cadet)) + (P_{fw} * (Cw1 * (C_{st} \cdot C_{dk} [((L_{ppk} \cdot B_k \cdot H_k \cdot 35)/(10^5))^{(1/6)}] + [C_{eng} \cdot ((BHP/(10^5))^{(1/3)})] + cadet) * W_{laut}) + (Cw2 * BHP))) + (1\% * P_k) + (1\% * P_k) + (500.000 * f_k) \} \quad (3.21)$$

dimana,

OC_k : *Operating Cost* kapal

B_{crew} : Biaya crew

B_{lub} : Biaya pelumas

B_{bekal} : Biaya perbekalan

B_{fw} : Biaya air tawar

$B_{perawatan}$: Biaya perawatan

I : Asuransi

B_{adm} : Biaya administrasi

g : Gaji crew

Z_c : Jumlah crew

- F_g : factor gaji
 C_{st} : koef steward
 C_{dk} : koef deck
 H_k : Tinggi kapal
 C_{eng} : koef mesin
 BHP : daya mesin
 P_{lub} : *Price lub oil*
 K_{lub} : Konsumsi *lub oil*
 P_{fw} : *Price fresh water*
 $Fw1$: Kebutuhan air tawar 1 (mandi, cuci, minum)
 $Fw2$: Kebutuhan air tawar 2 (pendingin mesin)
 $Cw1$: koefisien air tawar 1 (mandi, cuci, minum)
 W_{laut} : waktu berlayar
 $Cw2$: koefisien air tawar 2 (pendingin mesin)
 f_k : frekuensi kapal

2. Biaya Variabel

Formulasi untuk menghitung biaya variabel dapat diformulasikan sebagai berikut :

a. Biaya Perjalanan

$$\begin{aligned}
 VC_k &= fs * (B_{bbm} + B_{pel}) \\
 &= fs * [((Eme * SFOC * Ts * (1+Margin) * P_m) + (W_{FO} * C_{DO} * P_n)) + ((GT \cdot T_{j1}) + (GT \cdot T_{jt}) + (Jg * T_{tjp}) + (Jg * T_{vjp} * GT) + (Lt * T_{tjt}) + (Lt * T_{vjt} * GT))] \quad (3.22)
 \end{aligned}$$

dimana,

VC_k : *Voyage Cost*

fs : frekuensi sebenarnya

B_{bbm} : Biaya bahan bakar

B_{pel} : Biaya pelabuhan

Eme : Daya mesin

$SFOC$: *specific fuel oil consumption*

W_{laut} : waktu berlayar

P_m : Harga bahan bakar mesin utama

W_{FO} : Konsumsi mesin utama

C_{DO} : koefisien mesin bantu

P_n : Harga bahan bakar mesin bantu

GT : Gross Tonnage

T_{jl} : Tarif jasa labuh

T_{jt} : Tarif jasa tambat

J_g : Jumlah gerakan

T_{jpt} : Tarif tetap jasa pandu

T_{vjp} : Tarif variabel jasa pandu

L_t : Lama tunda

T_{tjt} : Tarif tetap jasa tunda

T_{vjt} : Tarif variabel jasa tunda

b. Biaya bongkar muat

$$CHC_K = f_s * (T_m + T_b) * (\text{payload} * 8 / 1000) \quad (3.23)$$

dimana,

CHC_k : *Cargo Handling Cost*

f_s : frekuensi sebenarnya

T_m : Tarif muat

T_b : Tarif bongkar

c. Biaya penalty

$$PC_K = T_p * ((f_s * \text{payload}) - \text{demand}) \quad (3.24)$$

dimana,

PC_k : *Penalty Cost* kapal

T_p : Tarif penalty

3.4 Biaya Transportasi Darat

Analisis perhitungan biaya transportasi darat yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara menentukan jumlah armada darat yang digunakan yaitu *skid tank* dan truk yang dibutuhkan untuk memindahkan suatu muatan.

$$TC_t = (n (T_s + OC + MC) + (f * K_{bbm} * P_{bbm})) \quad (3.25)$$

dimana,

TC_t : total biaya truk

n : jumlah truk

T_s : tarif sewa truk (/tahun)

OC : biaya operasional (/tahun)

MC : biaya perawatan

f : frekuensi (RT/tahun)

K_{bbm} : konsumsi BBM (liter/tahun)

P_{bbm} : harga BBM (Rp/liter)

Untuk perhitungan biaya unit adalah menggunakan formulasi sebagai berikut :

$$Z_t = T t / Q_i \quad (3.26)$$

dengan,

Z_t : biaya truk per unit rute (*unit cost*)

TC_t : biaya total truk (*total cost*)

Q_i : Total tabung LPG 3 kilogram yang terangkut untuk alternatif rute i

3.5 Model Matematis

Model matematis adalah suatu cara sederhana untuk menerjemahkan suatu masalah ke dalam bahasa matematika dengan menggunakan persamaan, pertidaksamaan atau fungsi. Untuk merencanakan pengiriman muatan, dibutuhkan perencanaan terhadap moda angkutan yang akan dipilih untuk melaksanakan proses tersebut. Pada pendistribusian muatan LPG 3 Kilogram di wilayah Kalimantan Timur, dibutuhkan sebuah solusi yang optimal untuk menentukan ukuran moda angkutan yang terpilih sesuai dengan kriteria optimasi yang diharapkan yaitu berdasarkan biaya transportasi laut yang minimum. Dalam kasus masalah distribusi di penelitian ini, fungsi tujuan (*objective function*) dari model matematis adalah meminimalkan biaya pengiriman (*minimum unit cost*).

Di dalam komponennya terdapat biaya skid tank, truk, dan kapal Sehingga untuk model matematis untuk *minimum* unit cost merupakan penjumlahan dari biaya laut, yang kemudian ditambahkan dengan biaya transportasi darat yang terdiri dari biaya *skid tank* dan biaya truk, dan dibagi dengan total muatan yang terangkut untuk setiap alternatif rutenya . Berikut ini adalah model matematis yang digunakan pada penelitian ini :

$$\text{Min } Z = \frac{\sum_{i=1}^{48} TC_i}{Q_i} \quad (3.27)$$

dimana :

i : alternatif rute

TC : *Total Cost*

Q : Total tabung LPG 3 kilogram yang terangkut

dan untuk nilai i :

i : 5,6,11,12,17,18,23,24, 29,30,35,36,41,42,47,48 ; u = 3

i : 13-24 dan 37-48 ; b = 2

Untuk nilai total biaya sendiri berasal dari biaya kapal, biaya truk, biaya *skid tank*, dan biaya penyimpanan dengan persamaan sebagai berikut :

$$TC_i = TCk_i + TCt_i + TCsk_i + IC_i \quad (3.28)$$

dan berikut merupakan persamaan dari masing-masing komponen di atas :

$$TCk_i = \sum_{n=1}^3 Pa_n * fk_n * (Zk_n + Zt_n) \quad (3.29)$$

$$TCt_i = k_t * \left(\sum_{a=1}^{49} ft_a * Zt_a - \sum_{b=1}^5 ft_b * Zt_b - \sum_{u=1}^8 ft_u * Zt_u - ft_s * Zt_s \right) \quad (3.30)$$

$$TCsk_i = \frac{3}{1000} * Zsk * \left(\sum_{n=1}^3 Pa_n * fk_n + (k_t * \left(\sum_{a=1}^{49} ft_a - \sum_{b=1}^5 ft_b - \sum_{u=1}^8 ft_u - ft_s \right)) \right) * \quad (3.31)$$

$$IC_i = \frac{q}{2} * 20\% * c \quad (3.32)$$

dan untuk nilai Qi yaitu dengan persamaan berikut :

$$Q_i = \sum_{n=1}^3 Pa_n * fk_n + ((k_t * \left(\sum_{a=1}^{49} ft_a - \sum_{b=1}^5 ft_b - \sum_{u=1}^8 ft_u - ft_s \right))) \quad (3.33)$$

dimana :

TCk_i : Total cost kapal (Rp/tahun)	kt	: kapasitas truk
TCt_i : Total cost truk (Rp/tahun)	ft	: frekuensi truk
$TCsk_i$: Total cost skid tank (Rp/tahun)	a	: agen
IC_i : Inventory cost (Rp/tahun)	b	: agen area distribusi barat
n	u	: agen area distribusi utara
Pa	s	: agen area distribusi selatan
fk	Zs	: unit cost <i>skid tank</i> (Rp/ton)
Zk	q	: volume pembelian
Zt	c	: harga perolehan barang

Dan dengan variabel keputusan dalam model ini yaitu :

$$Pa = ((Lpp - Lkm - Lch - Lcb * B) + (Lch - 1,5 * 0,5B)) * 1,5 / 2,43 * 0,008 \quad (3.34)$$

dimana :

Pa	: <i>payload</i> kapal (tabung)
Lpp	: panjang kapal dari AP sampai FP (m)
Lkm	: panjang kamar mesin (m)
Lch	: panjang ceruk haluan (m)

Lcb : panjang ceruk buritan (m)

B : lebar kapal (m)

Dan untuk Batasan dalam model ini yaitu :

$$Pa < n_a * 6100 \quad (3.35)$$

$$22,50 < Lpp < 65,76 \quad (3.36)$$

$$6,16 < B < 12,40 \quad (3.37)$$

$$\sum_{n=1}^3 Pa_n * fk_n + (k_t * (\sum_{a=1}^{49} ft_a - \sum_{b=1}^5 ft_b - \sum_{u=1}^8 ft_u - ft_s)) \geq 46.218.125 \quad (3.38)$$

$$0 \leq \frac{((104\%Lpp) * B * T * Cb * \rho) - (berat kapal)}{((104\%Lpp) * B * T * Cb * \rho)} * 100\% \leq 5\% \quad (3.39)$$

$$e30^\circ \geq 0,055 \text{ m.rad} \quad (3.40)$$

$$e40^\circ \geq 0,09 \text{ m.rad} \quad (3.41)$$

$$e30-40^\circ \geq 0,03 \text{ m.rad} \quad (3.42)$$

$$h30^\circ \geq 0,2 \text{ m} \quad (3.43)$$

$$\theta_{max} \geq 25 \text{ m} \quad (3.44)$$

$$GM0 \geq 0,15 \text{ m} \quad (3.45)$$

dimana :

n_a : jumlah agen

Lwl : Panjang kapal pada garis muat (m)

T : sarat kapal (m)

Cb : koefisien blok

ρ : massa jenis air (ton/m³)

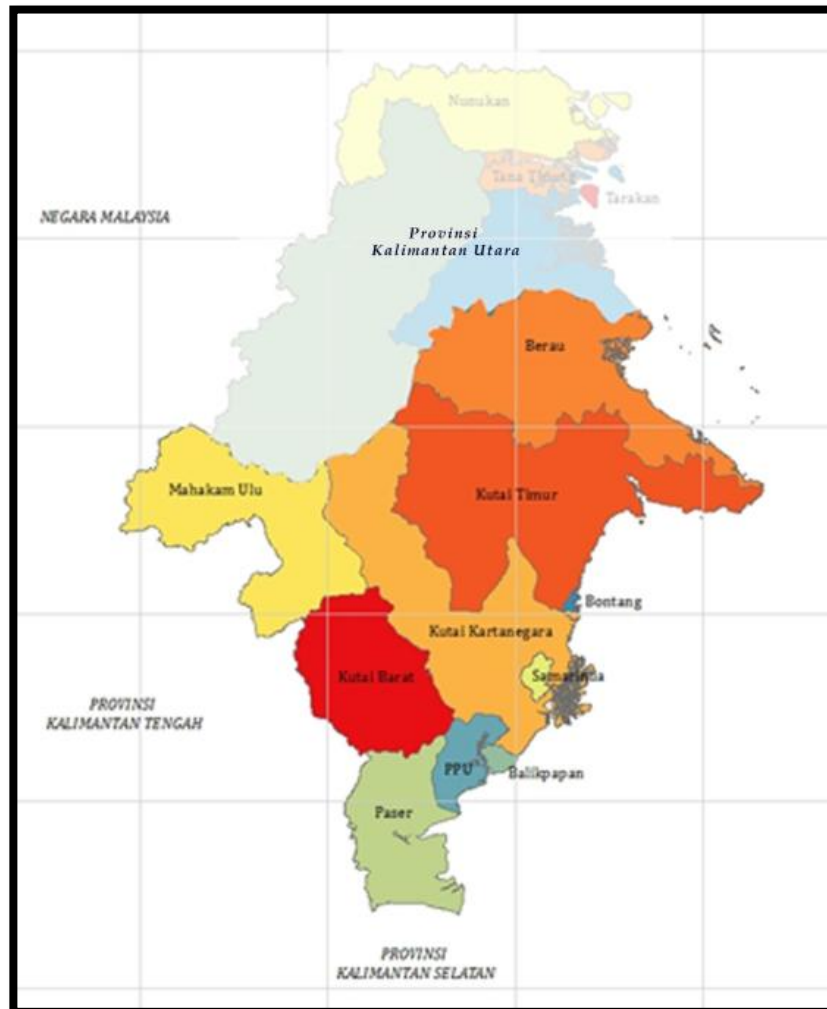
Untuk persamaan (3.40) – persamaan (3.45) merupakan batasan untuk stabilitas kapal di mana sesuai dengan Aturan Stabilitas IMO.

$$\sum_{n=1}^3 Pa_n * fk_n + (k_t * (\sum_{a=1}^{49} ft_a - \sum_{b=1}^5 ft_b - \sum_{u=1}^8 ft_u - ft_s)) \geq 46.218.125$$

BAB 4

GAMBARAN UMUM

4.1 Kalimantan Timur



Sumber : <https://kaltimprov.go.id/>

Gambar 4.1 Peta Kalimantan Timur

Kalimantan Timur adalah provinsi yang berada di Pulau Kalimantan. Kalimantan Timur merupakan provinsi terluas keempat di Indonesia setelah Papua, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Barat. Berdasarkan posisi geografisnya Kalimantan Timur memiliki batas-batas sebagai berikut :

- Utara : berbatasan dengan Kalimantan Utara
- Selatan : berbatasan dengan Kalimantan Selatan
- Barat : berbatasan dengan Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, dan Malaysia
- Timur : berbatasan dengan Laut Sulawesi dan Selat Makassar. (Statistika, 2019)

4.1.1 Wilayah Kalimantan Timur

Luas Provinsi Kalimantan Timur yaitu 127.346,92 km². Seiring dengan pelaksanaan otonomi daerah atas dasar Undang-undang Nomor 32 Tahun 2004 Tentang Pemerintahan Daerah, Provinsi Kalimantan Timur telah melakukan pemekaran wilayah administrasi pemerintahan menjadi 14 Kabupaten/Kota yang masing – masing 4 Kota dan 10 Kabupaten, yaitu sebagai berikut :

1. Kota Balikpapan
2. Kota Samarinda
3. Kota Bontang
4. Kota Tarakan
5. Kabupaten Paser
6. Kabupaten Kutai Kartanegara
7. Kabupaten Kutai Timur
8. Kabupaten Kutai Barat
9. Kabupaten Penajam Paser Utara
10. Kabupaten Berau
11. Kabuapten Nunukan
12. Kabuapten Malinau
13. Kabupaten Tana Tidung
14. Kabuapten Bulungan

Tahun 2012, giliran Provinsi Kalimantan Timur yang dimekarkan dan melahirkan Provinsi Kalimantan Utara (UU No.20 Tahun 2012). Lima Kota/Kabupaten bergabung ke dalam Provinsi Kalimantan Utara, yaitu :

- Kota Tarakan
- Kabuapten Nunukan
- Kabuapten Malinau
- Kabupaten Tana Tidung
- Kabuapten Bulungan

Sehingga, jumlah kota/kabupaten yang tergabung dalam Kalimantan Timur berkurang menjadi 9 kota/kabuapten. Tahun 2013, wilayah Kabupaten Kutai Barat dimekarkan dan melahirkan Kabupaten termuda, yaitu Kabupaten Mahakam Ulu, yang mengenaikan dalam Provinsi Kalimantan Timur menjadi 10 Kota/Kabuapten. Berikut merupakan daftar kota dan kabupaten Kalimantan Timur 2020 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Daftar Kota/Kabupaten di Kalimantan Timur

No	Kota/Kabupaten
1	Kota Balikpapan
2	Kota Samarinda
3	Kota Bontang
4	Kabupaten Paser
5	Kabupaten Penajam Paser Utara
6	Kabupaten Kutai Kartanegara
7	Kabupaten Kutai Timur
8	Kabupaten Kutai Barat
9	Kabupaten Mahakam Ulu
10	Kabupaten Berau

Sumber : (Statistika, 2019)

4.1.2 Penduduk Kalimantan Timur

Penduduk Kalimantan Timur dari tahun ke tahun mencatat kenaikan yang cukup berarti. Jumlah penduduk pada tahun 2010 sebanyak 3.047.479 jiwa, meningkat menjadi 3.648.835 pada tahun 2018. Berarti dalam periode tersebut penduduk Kalimantan Timur telah bertambah lebih dari 75 ribu jiwa setiap tahunnya. Untuk jumlah penduduk setiap kabupaten/kota dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.2 Penduduk Kalimantan Timur

No	Kabupaten/Kota	Penduduk		
		2010	2017	2018
1	Paser	231.688	274.206	279.975
2	Kutai Barat	140.816	146.998	147.598
3	Kutai Kartanegara	630.897	752.091	769.337
4	Kutai Timur	257.603	347.648	361.670
5	Berau	180.282	220.601	226.509
6	Penajam Paser Utara	143.616	157.711	159.386
7	Mahakam Ulu	25.102	26.305	26.347
8	Kota Balikpapan	560.781	636.012	645.727
9	Kota Samarinda	732.161	843.446	858.080
10	Kota Bontang	144.533	170.661	174.206

Sumber : Badan Pusat Statistika, 2019

Sedangkan berdasarkan jumlah Kepala Keluarga (KK), Wilayah Kalimantan Timur pada tahun 2019 terdapat sebanyak 742.768 KK. Berikut data KK di Wilayah Kalimantan Timur berdasarkan kabupaten/kotanya, sebagai berikut :

Tabel 4.3 Jumlah KK di Kota/Kabupaten Kalimantan Timur

No	Kabupaten/Kota	KK
1	Paser	43.263
2	Kutai Barat	37.810
3	Kutai Kartanegara	144.056
4	Kutai Timur	39.114
5	Berau	47.387
6	Penajam Paser Utara	49.468
7	Mahakam Ulu	4.312
8	Kota Balikpapan	162.212
9	Kota Samarinda	178.553
10	Kota Bontang	36.593

Sumber : Badan Pusat Statistika, 2019

4.1.3 Transportasi

Transportasi di Kalimantan Timur saat ini diantaranya yaitu :

A. Transportasi Darat



i. Samarinda - Bontang



ii. Samarinda – Kutai Timur



iii. KuKar – KuBar



iv. KuBar – Mahakam Ulu



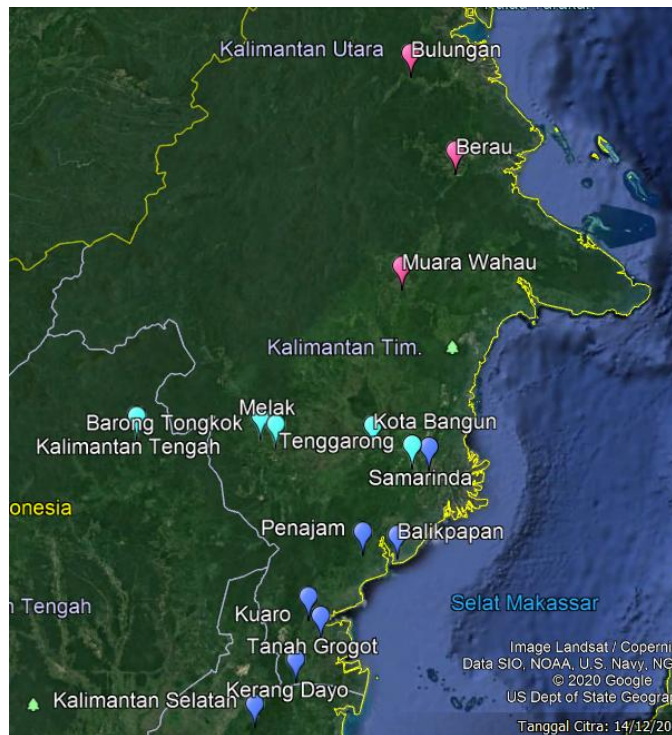
v. Balikpapan - Paser

Sumber : koran kaltim, 2019

Gambar 4.2 Transportasi Darat di Kalimantan Timur

Transportasi darat di Kalimantan Timur mengandalkan infrastruktur darat berupa jalan dikarenakan belum adanya rel kereta api. Gambar 4.2 merupakan gambaran infrastruktur darat di Kalimantan Timur. Jaringan jalan di Provinsi Kalimantan Timur saat ini mencapai 8.189,78 km, baik yang dibangun Pemerintah Pusat, Pemerintah provinsi maupun Pemerintah Kabupaten/Kota. Sedangkan rasio panjang jalan terhadap luas wilayah adalah sebesar 52,53 km per 1000 km².

Jaringan jalan lintas Kalimantan di Wilayah Kalimantan Timur dapat dikelompokkan menjadi tiga poros seperti gambar dibawah ini :



Sumber : Kaltim, 2019

Gambar 4.3 Jaringan Jalan Kalimantan Timur

- a. Poros Selatan
Poros ini menghubungkan kawasan Kalimantan Selatan - Batu Aji/Kerang Dayo, Paser - Tanah Grogot, Paser – Kuaro, Paser - Penajam - Balikpapan – Samarinda.
- b. Poros Tengah
Poros ini menghubungkan kawasan Samarinda - Tenggarong - Kota Bangun – Melak, Kutai Barat - Barong Tongkok, Kutai Barat - Kalimantan Tengah.
- c. Poros Utara
Poros ini menghubungkan kawasan Samarinda - Sangatta - Muara Wahau, Kutai Timur - Berau - Bulungan, jaringan jalan ini tengah di upayakan untuk mencapai kabupaten Malinau dan Nunukan (Kaltim, 2019)

B. Transportasi Sungai

Sistem transportasi sungai ini berkembang di sepanjang sungai Mahakam hingga ke hulu, yang menghubungkan daerah pantai Kabupaten Kutai Kartanegara, Tenggarong hingga pedalaman Kabupaten Kutai Kertanegara dan Kabupaten Kutai Barat. Pada penelitian ini, Sungai Mahakam termasuk kedalam dua kategori yaitu perairan di muara sungai (Kota Samarinda) dan perairan di sungai yang lebar (Mahakam Ulu). Kapal – kapal di perairan sungai dapat dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kapal penumpang dan kapal barang. Kapal penumpang antara lain adalah bus/taksi air, gletek/klotok, ferry kayu, *speed boat*, dan *long boat*. Di Sungai Mahakam, taksi air tidak hanya mengangkut penumpang saja, namun barang – barang terutama barang kebutuhan pokok juga diangkut oleh kapal ini. Kapal yang mengangkut barang antara lain kapal tongkang (*tug-barge*), tongkang bermesin/*self propelled barge* (SPB), dan *Landing Craft Tank* (LCT). Berikut merupakan karakteristik antar angkutan sungai yang melewati Sungai Mahakam :

Tabel 4.4 Karakteristik Kapal

Jenis Kapal	Karakteristik
LCT	<ul style="list-style-type: none"> • Sarat rendah • Tidak perlu dermaga • Dapat dioperasikan di laut dan sungai
SPB	<ul style="list-style-type: none"> • Sarat rendah • Butuh dermaga lebih besar dari LCT • Dapat dioperasikan di laut dan sungai

Jenis Kapal	Karakteristik
<i>Tug-Barge</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sarat rendah • Butuh dermaga lebih besar dari SPB • Dapat dioperasikan di laut dan sungai • <i>Manuver</i> kapal relatif lebih susah
Taksi Air	<ul style="list-style-type: none"> • Sarat rendah • Cukup dengan dermaga kecil • Hanya dapat dioperasikan di sungai • Kecepatan rendah • <i>Payload</i> kecil
<i>Long Boat</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sarat rendah • Cukup dengan dermaga kecil • Hanya dapat dioperasikan di sungai • Kecepatan rendah • <i>Payload</i> lebih kecil dari taksi air
<i>Speed Boat</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sarat rendah • Cukup dengan dermaga kecil • Hanya dapat dioperasikan di sungai • Kecepatan lebih tinggi dibandingkan taksi air dan <i>long boat</i> • <i>Payload</i> lebih kecil dari <i>long boat</i>

Sumber : (Septavindo, 2019)

Transportasi sungai ini juga didukung dengan adanya pelabuhan-pelabuhan di setiap kabupaten/kota di Kalimantan Timur. Transportasi sungai di Kalimantan Timur didukung dengan adanya pelabuhan-pelabuhan di setiap kabupaten dan kotanya, setidaknya ada 20 pelabuhan baik disepanjang sungai mahakam ataupun di timur daratan Kalimantan Timur yaitu ditepi Selat Makassar dan Laut Sulawesi.

C. Transportasi Udara

Di provinsi yang memiliki daerah-daerah pengeboran minyak, batubara dan lain-lain, mobilitas antar daerah terutama untuk tujuan Jakarta sangatlah tinggi. Di Kalimantan Timur terdapat 53 buah Pelabuhan Udara, satu diantaranya adalah Bandara Internasional Sepinggian di Balikpapan dan 15 buah berstatus domestik, selebihnya berstatus perintis (Kaltim, 2019).

4.2 Sungai Mahakam



Sumber : https://upload.wikimedia.org/wikipedia/id/ffa/Lokasi_sungai_mahakam.jpg

Gambar 4.4 Peta Sungai Mahakam

Sungai Mahakam merupakan merupakan nama sebuah sungai terbesar di provinsi Kalimantan Timur yang bermuara di Selat Makassar. Sungai ini memiliki panjang keseluruhan 920 km. Sungai ini sangat penting bagi penduduk di Provinsi Kalimantan Timur khususnya untuk daerah – daerah yang menuju ke hulu Mahakam. Hal ini dikarenakan banyak kabupaten yang mencakup daerah – daerah tersebut yang masih belum memiliki jalan aspal, kebanyakan masih berupa jalan tanah saja khususnya di luar Kota Samarinda. Jalan tanah itupun juga kondisinya juga banyak yang tidak baik, hal ini menyebabkan logistik ke daerah – daerah tersebut dilakukan dengan angkutan sungai. Di sepanjang sungai tersebut terdapat 3 kabupaten yaitu Kabupaten Kutai Kartanegara, Kabupaten Kutai Barat, dan Kabupaten Mahakam Ulu.

Sedangkan, jarak palabuhan dari pelabuhan Sungai Kunjang di Samarinda sampai ke Long Bagun di Kabupaten Mahakam Ulu adalah sepanjang 560 km dengan jumlah pelabuhan sebanyak 14 pelabuhan dan jarak antar pelabuhan dapat dilihat pada di atas. Jarak terpanjang sebesar 118 km terdapat pada rute dari pelabuhan Tenggarong ke Kota Bangun, dikarenakan kondisi sungai Mahakam yang berkelok -kelok. Kemudian Jarak terpendek sebesar 5 Km terdapat pada rute dari pelabuhan Ujoh Bilang ke Long Bagun, dikarenakan kondisi sungai Mahakam dari Ujoh Bilang ke Long Bagun memiliki tikungan yang sedikit dan kondisi sungai juga didominasi dengan *track* lurus (Hamsyah, 2016)

Jarak antar pelabuhan dimulai dari Samarinda yaitu pelabuhan Sungai Kunjang sampai pelabuhan Long Bagun di Mahakam Ulu dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.5 Jarak Pelabuhan sepanjang Sungai Mahakama

No	Pelabuhan	Jarak (km)
1	Sungai Kujang - Tenggarong	40
2	Tenggarong – Kota Bangun	118
3	Kota Bangun – Muara Muntai	43
4	Muara Muntai – Penyinggahan	33
5	Penyinggahan – Melak	87
6	Melak – Tering	78
7	Tereng – Long Iram	11
8	Long Iram – Datah Bilang	56
9	Datah Bilang – Long Hubung	13
10	Log Hubung - Laham	19
11	Laham – Mamahak Besar	21
12	Mamahak Besar – Long Laham	23
13	Long Laham – Ujoh Bilang	13
14	Ujoh Bilang – Long Bangun	5
Total		560

Sumber : Hamsyah, 2016

4.3 Selat Makassar dan Laut Sulawesi



Sumber : https://en.wikipedia.org/wiki/Makassar_Strait

Gambar 4.5 Selat Makassar dan Laut Sulawesi

Selat Makassar merupakan selat yang terletak di antara pulau Kalimantan dan Sulawesi di Indonesia. Selat ini juga menghubungkan Laut Sulawesi di bagian utara dengan Laut Jawa yang ada di bagian selatan. Laut Sulawesi dikategorikan sebagai laut terdalam di Indonesia. Laut Sulawesi ini membuka jalur lautnya ke barat daya melalui selat Makassar menuju ke laut Jawa. Berikut ini adalah batas-batas wilayah dari Laut Sulawesi, sebagai berikut :

- Sebelah barat berbatasan dengan pulau Kalimantan
- Sebelah utara berbatasan dengan Kepulauan Sulu, laut Sulu serta Pulau Mindanao di Filipina
- Sebelah timur berbatasan dengan rantai kepulauan Sangihe
- Sebelah selatan berbatasan dengan pulau Sulawesi.

Untuk mencapai wilayah Kalimantan Timur bagian utara bisa melalui Laut Sulawesi yang terletak di timur Kalimantan Timur sedangkan untuk mencapai wilayah Kalimantan Timur bagian selatan bisa melalui Selat Makassar. Bagian utara dari wilayah Kalimantan Timur diantaranya Kabupaten Kutai Kartanegara, Kota Bontang, Kabupaten Kutai Timur, dan Kabupaten Berau yang terletak di paling utara dari bagian Kalimantan Timur. Sedangkan, bagian selatan dari wilayah Kalimantan Timur yaitu Kabupaten Paser. Masing-masing daerah tersebut memiliki pelabuhan masing- masing, yaitu diantaranya sebagai berikut :

Tabel 4.6 Pelabuhan di Wilayah Timur Kalimantan Tiimur

No	Pelabuhan	Kota/Kabupaten
1	Pelabuhan Toko Lima	Kabupaten Kutai Kartanegara
2	Pelabuhan Bontang	Kota Bontang
3	Pelabuhan Kudungga	Kabupaten Kutai Timur
4	Pelabuhan Maloy	Kabupaten Kutai Timur
5	Pelabuhan Tanjung Redeb	Kabupaten Berau
6	Pelabuhan Pondong	Kabupaten Paser

Dan berikut merupakan jarak pelabuhan-pelabuhan tersebut :

Tabel 4.7 Jarak Pelabuhan di Wilayah Timur Kalimantan Tiimur

No	Pelabuhan	Jarak (km)
1	Toko Lima – Bontang	55
2	Bontang – Kudungga	50
3	Kudungga – Maloy	85

No	Pelabuhan	Jarak (km)
4	Maloy – Tanjung Redeb	390
5	Jetty Pertamina – Pondong	95

Sumber : *googlemaps.com*

4.4 Pola Distribusi LPG 3 Kilogram di Kalimantan Timur Saat Ini

4.4.1 Kilang Balikpapan

Refinery Unit (RU) V Balikpapan merupakan salah satu Unit Bisnis Direktorat Pengolahan Pertamina yang dibangun tahun 1922 yang berlokasi di Mekar Sari, Balikpapan Tengah, Balikpapan, Kalimantan Timur. RU V telah mengalami beberapa kali perbaikan guna meningkatkan margin & kapasitas produksi. Produk-produk yang sesuai dengan *Service Level Agreement* (SLA) yaitu meliputi Bahan Bakar Minyak/BBM (Premium, *Kerosene*, Solar, Pertadex & Pertamina), Non Bahan Bakar Minyak/NBBM (*Smooth Fluid 05*), dan LPG. Seluruh produk yang dihasilkan digunakan untuk memasok kebutuhan dalam negeri khususnya wilayah Kalimantan Timur.

Berikut merupakan fasilitas yang terdapat di RU V :

Tabel 4.8 Fasilitas *Refinery Unit* V Balikpapan

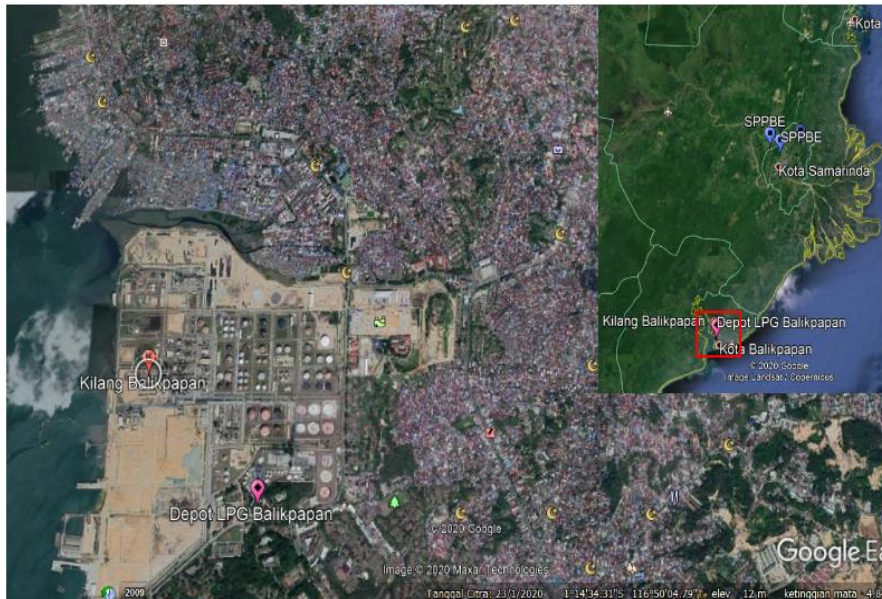
Fasilitas	Jumlah	Kapasitas
CDU	2 Unit	260 MBSD
HVU	2 Unit	106 MBSD
HCU	2 Unit	55 MBSD
NHT	1 Unit	20 MBSD
PLATFORMING	1 Unit	20 MBSD
WAX PLANT	1 Unit	150 TON/MONTH
LPG PLANT	1 Unit	250 TON/DAY
H ₂ PLANT	2 Unit	68 MMSCFD
N ₂ PLANT	2 Train	645 NM ³ /H

Sumber : *Pertamina, 2019*

Berdasarkan data diatas dapat diketahui jika kapasitas produksi LPG pada RU V Balikpapan sebanyak 250 ton. Jika kapasitas RU V tidak bisa mencukupi kebutuhan LPG terutama di wilayah Kalimantan Timur maka untuk kekurangannya akan dipenuhi dengan LPG impor (Pertamina, *Refinery Unit* V Balikpapan, 2019)

4.4.2 Depot Balikpapan

Depot Balikpapan terletak di Mekar Sari, Balikpapan Tengah, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur 76122. Depot Balikpapan berjarak 2,3 km dari Kilang Minyak Balikpapan, sehingga untuk proses distribusi LPG dari Kilang Minyak Balikpapan ke Depot Balikpapan menggunakan pipa. Berikut merupakan gambaran letak Depot Balikpapan dalam peta :



Sumber : *googlemaps.com*

Gambar 4.6 Peta Letak Depot LPG Balikpapan

4.4.3 SPPBE

SPPBE di Kalimantan Timur ada sejumlah 3 unit yang tersebar di Kutai Kartanegara sebanyak 2 unit dan di Samarinda sebanyak 1 unit. Berikut nama dan letak SPPBE, sebagai berikut :

1. SPPBE PT. Titian Kaltim
Terletak di Jalan H . Muhammad Ardans, Samarinda Ulu, Air Hitam, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75131
2. SPPBE PT Anugrah Cahaya Gemilang Sejahtera
Terletak di Jl. Bontang - Samarinda, Badak Mekar, Kec. Samarinda Utara, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur 75119.
3. SPPBE PT. Gasindo Jaya
Terletak di Jl. Samarinda-Tenggarong, Bukit Raya, Kec. Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur 75131

Berikut merupakan letak SPPBE pada peta :



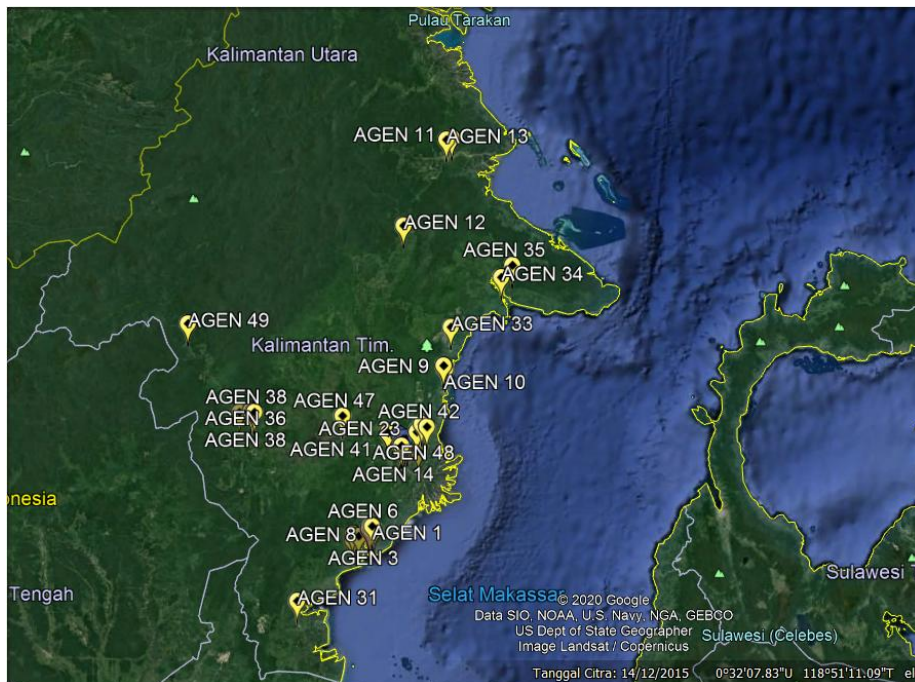
Sumber : googlemaps.com

Gambar 4.7 Peta Letak SPPBE

4.4.4 Agen LPG 3 Kilogram

Kalimantan timur terdiri dari 10 kota/kabupaten dan agen LPG 3 kilogram tersebar di setiap kota/kabupaten. Namun berdasarkan data departemen minyak dan gas energi sumber daya mineral (Migas ESDM) tahun 2019 agen LPG 3 kilogram di Kalimantan Timur tersebar di 9 kota/kabupaten, dan 1 kabupaten yang belum ada daftar agennya yaitu Kabupaten Mahakam Ulu. Kabupaten Mahakam Ulu sendiri merupakan wilayah yang berpenduduk sehingga juga perlu adanya pasokan LPG 3 kilogram dan perlu diadakannya agen sehingga diasumsikan adanya 1 agen yang terletak di Long Bagun yang merupakan wilayah dengan jumlah penduduk terbanyak di Mahakam Ulu. Berdasarkan data minyak dan gas energi sumber daya mineral (Migas ESDM) tahun 2019, di Kalimantan Timur terdapat 48 agen LPG 3 kilogram dan ada tambahan 1 agen untuk wilayah Mahakam Ulu sehingga ada 49 agen LPG 3 kilogram di Kalimantan Timur. Agen tersebut letaknya tersebar dan jumlah dalam setiap kota/kabupatennya berbea-beda, untuk Kabupaten Paser terdapat 2 agen, Kabupaten Kutai Barat terdapat 3 agen, Kabupaten Kutai Kartanegara terdapat 10 agen, Kabupaten Kutai Timur terdapat 3 agen, Kabupaten Berau terdapat 3 agen, Kabupaten Penajam Paser Utara terdapat 3 agen, Kabupaten Mahakam Ulu terdapat 1 agen, Kota Balikpapan terdapat 8 agen, Kota Samarinda terdapat 14 agen, dan Kota Bontang terdapat 2 agen.

Berikut merupakan gambar persebaran agen :



Sumber : ESDM Migas, 2019 (diolah kembali)

Gambar 4.8 Peta Agen LPG 3 Kilogram

4.5 Perhitungan Biaya Distribusi LPG 3 Kilogram untuk Wilayah Kalimantan Timur Saat Ini

Pergerakan LPG 3 kilogram dari satu tempat ke tempat lain membutuhkan kegiatan yang menimbulkan biaya. Proses rantai pasok untuk pengiriman LPG 3 kilogram di Kalimantan Timur saat ini menggunakan 2 jenis alat angkut darat, yaitu *skid tank* dan truk. Perbedaan alat angkut tersebut bergantung dengan jenis muatan yang dibawa. *Skid tank* merupakan alat angkut yang dipakai untuk membawa LPG dalam bentuk curah yang disimpan dalam tabung. *Skid tank* digunakan untuk pendistribusian dari Depot LPG ke SPPBE sebagai *filling station*. Sedangkan truk digunakan untuk pendistribusian dari *filling station* (Depot LPG atau SPPBE) ke agen LPG dan LPG sudah dalam kemasan tabung 3 kilogram.

4.5.1 Skid Tank

Berdasarkan informasi yang didapatkan dari Pertamina, *skid tank* yang digunakan untuk transportasi LPG dalam bentuk curah di Kalimantan Timur dari Depot LPG Balikpapan ke SPPBE di Samarinda dan Kutai Kartanegara merupakan *skid tank* dengan kapasitas 13 ton. Berikut merupakan gambar dari *skid tank* kapasitas 13 ton :



Sumber : PertaminaNews, 2019

Gambar 4.9 Skid Tank dengan Kapasitas 13 Ton

Sedangkan, data mengenai *skid tank* tersebut yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.9 Data Skid Tank

Data Skid Tank			
Jenis Truk	:	<i>Skid Tank</i>	
Kapasitas	:	13	ton
Kecepatan Maksimal	:	60	km/jam
Harga	:	Rp	618.080.000
1USD (Update : 30 Mei 2020)	:	Rp	14.654

Berdasarkan data pada Tabel 4.9, untuk kapasitas *skid tank* yang digunakan di Kalimantan Timur yaitu 13 ton. Sedangkan untuk kecepatan maksimal berdasarkan ketentuan yang dibuat dengan tujuan keamanan dan agar tidak terjadi kecelakaan yaitu 60 km/jam (Pertamina, Pertamina Lakukan Sidak Mobil Tangki dan Skid Tank, 2019)

Skid tank sendiri merupakan truk modifikasi yaitu penggabungan antara *head truck* dengan tabung penyimpanan. Dikarenakan tidak adanya data mengenai harga *skid tank* maka untuk harganya penggabungan dari harga *head truck* dan harga tabungnya. Berikut merupakan uraian mengenai harga dan biaya sewa *skid tank*, sebagai berikut :

Tabel 4.10 Perhitungan Harga Sewa Skid Tank

Harga Skid Tank			
Harga Head Truck	:	Rp	325.000.000
Harga tabung	:	Rp	293.080.000
Harga Skid Tank	:	Rp	618.080.000
Sewa Skid Tank			
Harga Beli	:	Rp	618.080.000
Umur Ekonomis	:	15	tahun
Rate	:	15%	
Capital Cost	:	Rp	105.702.220 /tahun
Margin	:	10%	
Harga Sewa	:	Rp	116.272.442 /tahun

Berdasarkan Tabel 4.10, biaya sewa *skid tank* selama satu tahun yaitu sebesar Rp 116.272.442. Sedangkan berikut merupakan data untuk operasional *skid tank* :

Tabel 4.11 Operasional Skid Tank

Keterangan	SPPBE 1	SPPBE 2	SPPBE 3
Asal	Depot LPG	Depot LPG	Depot LPG
Tujuan	SPPBE 1	SPPBE 2	SPPBE 3
Jarak (km)	124	126	128
Vs pergi (km/jam)	50	50	50
Vs pulang (km/jam)	55	55	55
Kec. b/m asal (jam)	0,25	0,25	0,25
Kec. b/m tujuan (jam)	0,25	0,25	0,25
Kemacetan (jam)	0,5	0,5	0,5
Demand (ton/tahun)	38.553	28.048	21.930

Kecepatan bongkar atau muat di tempat asal atau tujuan bernilai 0,25 jam atau 15 menit. Untuk sumbu kemacetan dijalan berdasarkan jarak antara asal dan tujuan. Jika jarak asal ke tujuan < 30 km maka kemacetan bernilai 6 menit dan jika lebih dari < 30 km maka kemacetan bernilai 30 menit. Asumsi jarak 30 km dikarenakan jarak antara asal ke tujuan rata-rata sangat dekat atau sangat jauh yaitu untuk sangat dekat jaraknya kurang dari 25 km sedangkan untuk sangat jauh jaraknya lebih dari 60 km. Asumsi tersebut berlaku untuk semua transportasi darat, tidak hanya *skid tank* namun juga untuk truk (Sulindra, 2010)

Berdasarkan data-data yang telah diuraikan, berikut merupakan perhitungan biaya *skid tank* dari Depot LPG Pertamina Balikpapan ke SPPBE 1 yaitu SPPBE PT. Titian Kaltim :

Tabel 4.12 Perhitungan Biaya Skid Tank

Perhitungan Skid Tank		
Asal	:	Depot LPG
Tujuan (Agen)	:	SPPBE 1
Jarak (km)	:	124
Jenis Muatan	:	Bulk LPG
<i>Demand</i> (ton)	:	38.553
Kapasitas <i>skid tank</i> (ton)	:	13
Frek yang dibutuhkan (RT/tahun)	:	2.966
Pengiriman		
Asal - Tujuan (km)	:	124
Kecepatan Berangkat (km/jam)	:	50
Kecepatan Pulang (km/jam)	:	55
Kec b/m di asal (jam)	:	0,25
Kec b/m di tujuan (jam)	:	0,25
Kemacetan (jam)	:	0,5
Total Waktu (jam/RT)	:	6,2
Frekuensi 1 Skid Tank (RT/tahun)	:	423
Kebutuhan Skid Tank (unit/tahun)	:	8

Konversi Bahan Bakar			
1 liter (km)	:		3
Margin kebutuhan BBM (macet)	:		10%
Kebutuhan Solar PP (liter/trip)	:		91
Total Kebutuhan Solar (liter/tahun)	:		269.708
Biaya			
Sewa Skid Tank			
Jumlah Skid Tank (unit)	:		8
Biaya Sewa 1 Skid Tank (/tahun)	:	Rp.	116.272.442
Total Biaya Sewa (/tahun)	:	Rp.	930.179.535
Operasional Skid Tank			
Upah Supir (/bulan)	:	Rp.	4.000.000
Upah Knek (/bulan)	:	Rp.	3.000.000
Biaya Perawatan(/tahun)	:	Rp.	49.446.400
Total Biaya Operasional (/tahun)	:	Rp.	721.446.400
Bahan Bakar			
Harga Solar (/liter)	:	Rp.	9.600
Total Biaya Bahan Bakar (/tahun)	:	Rp.	2.589.199.360
Biaya Perawatan(/tahun)	:	Rp.	49.446.400
Total Biaya (/tahun)	:	Rp.	4.240.825.295

Dari Tabel 4.12 dapat diketahui jika besarnya biaya transportasi *skid tank* dari Depot LPG di Balikpapan ke SPPBE 1 (SPPBE PT. Titian Kaltim) yang terletak di Jalan H.Muhammad Ardans, Samarinda Ulu, Air Hitam, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda yaitu sebesar Rp. 4.240.825.295 /tahun.

Dan berikut rangkuman untuk perhitungan biaya transportasi *skid tank* dari Depot LPG Pertamina di Balikpapan ke masing-masing SPPBE dengan menggunakan *skid tank*. Ada 3 SPPBE yaitu SPPBE 1 (SPPBE PT. Tititan Kaltim), SPPBE 2 (SPPBE PT. Anugrah Cahaya Gemilang Sejahtera), dan SPPBE 3 (SPPBE PT. Gasindo Jaya). Berikut rangkuman biaya transportasi *skid tank* dari Depot ke masing-masing SPPBE, sebagai berikut :

Tabel 4.13 Perhitungan Total Biaya Transportasi dengan Skid Tank

Keterangan	SPPBE 1	SPPBE 2	SPPBE 3
Asal	Depot LPG	Depot LPG	Depot LPG
Tujuan	SPPBE 1	SPPBE 2	SPPBE 3
Jarak	124	126	128
Demand	38.553	28.048	21.930
Jumlah <i>Skid Tank</i> (unit)	7	5	4
Total Biaya Sewa (/tahun)	Rp 930.179.535	Rp 697.634.651	Rp 581.362.209
Total Biaya Operasional (/tahun)	Rp 672.000.000	Rp 504.000.000	Rp 420.000.000

Keterangan	SPPBE 1	SPPBE 2	SPPBE 3
Total Biaya Bahan Bakar (/tahun)	Rp 2.589.199.360	Rp 1.914.232.320	Rp 1.520.189.440
Biaya Perawatan (/tahun)	Rp 49.446.400	Rp 37.084.800	Rp 30.904.000
Total Biaya (/tahun)	Rp 4.240.825.295	Rp 3.152.951.771	Rp 2.552.455.649
Total Biaya (/tahun)	Rp 9.946.232.716		

Besar total biaya transportasi *skid tank* dari Depot LPG Pertamina di Balikpapan ke SPPBE selama satu tahun yaitu sebesar Rp. 9.946.232.716.

4.5.2 Truk

Truk merupakan alat angkut untuk membawa LPG dari *filling station* yaitu Depot LPG dan SPPBE sebagai *filling station* yang sudah dalam kemasan 3 kilogram dan untuk didistribusikan ke semua agen yang tersebar di masing-masing kota atau kabupaten. Berikut merupakan gambar dari truk dengan kapasitas 560 tabung :



Sumber : <https://www.kerjausaha.com/>

Gambar 4.10 Truk LPG Kapasitas 560 Tabung

Berikut merupakan data mengenai truk LPG 3 kilogram tersebut :

Tabel 4.14 Data Truk LPG 3 Kilogram

Data Truk	
Jenis Truk	: Mitsubishi Colt Diesel 125ps
Kecepatan Maksimal	: 60 km/jam
Kapasitas	: 560 Tabung
Dimensi bak truk	
Panjang	: 4,08 M
Lebar	: 1,78 m
Tinggi	: 1,50 m
Harga	: Rp 500.000.000

Sedangkan untuk harga sewa truk LPG 3 Kilogram yaitu berdasarkan perhitungan berikut ini :

Tabel 4.15 Perhitungan Harga Sewa Truk LPG 3 Kilogram

Sewa Truk			
Harga Beli	:	Rp	500.000.000
Umur Ekonomis	:		15 tahun
Rate	:		15%
Capital Cost	:	Rp	85.508.526 /tahun
Margin	:		10%
Harga Sewa	:	Rp	94.059.379 /tahun
	:	Rp	315.331 /hari

Selanjutnya salah satu contoh perhitungan biaya truk dari *filling station* ke agen. Untuk agennya yaitu agen 1 yang terletak di Jl.Soekarno Hatta No.08 Balikpapan dan untuk *filling station* yaitu Depot LPG Balikpapan. Berikut merupakan perhitungan biaya truknya:

Tabel 4.16 Perhitungan Biaya Truk LPG 3 Kilogram

Perhitungan Truk		
Asal	:	Depot
Tujuan (Agen)	:	1
Jarak (km)	:	5
Jenis Muatan	:	Tabung LPG 3 KG
<i>Demand</i> (tabung)	:	1.261.669
Kapasitas truk (tabung)	:	560
Frek yang dibutuhkan (RT/tahun)	:	2253
Pengiriman		
Asal - Tujuan (km)	:	5,2
Kecepatan Berangkat (km/jam)	:	45
Kecepatan Pulang (km/jam)	:	45
Kec b/m di asal (jam)	:	1,12
Kec B/M di tujuan (jam)	:	1,12
Kemacetan (jam)	:	0,1
Total Waktu Berangkat (jam)	:	0,1
Total Waktu Pulang (jam)	:	0,12
Total Waktu (jam/RT)	:	2,67
Frekuensi 1 truk (RT/hari)	:	3,00
Frekuensi 1 truk (RT/tahun)	:	990
Kebutuhan truk (unit/tahun)	:	3
Konversi Bahan Bakar		
1 liter (km)	:	3
Margin kebutuhan BBM (macet)	:	10%
Kebutuhan Solar PP (liter)	:	3,47
Kebutuhan Solar PP +margin (liter)	:	3,81
Total Kebutuhan Solar (liter/tahun)	:	8.591

Perhitungan Truk			
Biaya			
Sewa Truk			
Jumlah Truk (unit)	:		3
Biaya Sewa 1 truk (/tahun)	:	Rp	94.059.379
Total Biaya Sewa (/tahun)	:	Rp	282.178.137
Operasional Truk			
Upah Supir (/bulan)	:	Rp	4.000.000
Upah Supir (/tahun)	:	Rp	48.000.000
Upah Knek (/bulan)	:	Rp	3.000.000
Upah Knek (/tahun)	:	Rp	36.000.000
Biaya Perawatan (/tahun)	:	Rp	30.000.000
Total Biaya Operasional (/tahun)	:	Rp	282.000.000
Bahan Bakar			
Harga Solar (/liter)	:	Rp	9.600
Total Kebutuhan BBM (liter/tahun)	:		8.591
Total Biaya Bahan Bakar (/tahun)	:	Rp	82.477.824
Total Biaya (/tahun)	:	Rp	626.655.961

Kecepatan bongkar atau muat di tempat asal atau tujuan didasarkan pada penelitian yang sudah ada sebelumnya. Penelitian tersebut melakukan percobaan perhitungan mengenai waktu untuk kegiatan bongkar dan muat tabung LPG 3 kilogram. Dari penelitian tersebut didapatkan waktu rata-rata muat untuk 10 tabung LPG yaitu 39,29 detik, sedangkan untuk waktu bongkarnya yaitu 32,56 detik. Dari data tersebut bisa digunakan untuk mengetahui waktu muat dan bongkar LPG 3 kilogram untuk satu truknya (Julianto, 2016)

Dari perhitungan waktu untuk muat dan bongkar tabung LPG 3 kilogram, untuk muat satu truk membutuhkan waktu selama 0,61 jam dan untuk bongkarnya sendiri membutuhkan waktu 0,51 jam. Berikut merupakan uraian dari perhitungan untuk waktu muat dan bongkar LPG 3 kilogram untuk 1 unit truk :

Tabel 4.17 Perhitungan Waktu Muat dan Bongkar Truk LPG 3 Kilogram

Perhitungan Waktu Muat dan Bongkar Truk			
Kapasitas Truk	:	560	tabung
Muat	:	39,29	detik/10 tabung
		2200,24	detik/truk
		0,61	jam/truk
Bongkar	:	32,56	detik/10 tabung
		1823,36	detik/truk
		0,51	jam/truk

Dari perhitungan waktu muat dan bongkar pada Tabel 4.17 tersebut digunakan untuk perhitungan truk pada Tabel 4.16. Dari perhitungan truk pada Tabel 4.16 dapat diketahui jika besarnya biaya transportasi truk dari *filling station* (Depot LPG Balikpapan) ke agen 1 yang yaitu sebesar Rp 626.655.961/tahun. Sedangkan untuk

rangkuman biaya transportasi truk dari *filling station* (Depot LPG Balikpapan atau SPPBE) ke masing-masing agen LPG 3 kilogram, yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.18 Perhitungan Total Biaya Transportasi dengan Truk LPG 3 Kilogram

No	Asal (<i>Filling Station</i>)	Tujuan (No.Agen)	Jarak (km)	Demand (tabung/tahun)	Total Biaya (/tahun)
1	Depot	1	5,2	1.261.669	Rp 646.655.961
2	Depot	2	5,1	1.261.669	Rp 645.069.849
3	Depot	3	5,7	1.261.669	Rp 654.586.521
4	Depot	4	12	1.261.669	Rp 754.511.577
5	Depot	5	6,4	1.261.669	Rp 665.689.305
6	Depot	6	5,2	1.261.669	Rp 646.655.961
7	Depot	7	7	1.261.669	Rp 675.205.977
8	Depot	8	4,1	1.261.669	Rp 629.208.729
9	Anugrah	9	79	1.138.435	Rp 2.070.970.175
10	Anugrah	10	79,5	1.138.435	Rp 2.078.126.335
11	Anugrah	11	485	982.945	Rp 9.004.636.463
12	Anugrah	12	485	982.945	Rp 9.004.636.463
13	Anugrah	13	518	982.945	Rp 9.412.590.383
14	Titian	14	9,2	793.563	Rp 467.959.782
15	Titian	15	11	793.563	Rp 485.928.678
16	Titian	16	4,9	793.563	Rp 425.034.086
17	Titian	17	6,4	793.563	Rp 440.008.166
18	Titian	18	6,4	793.563	Rp 440.008.166
19	Titian	19	6,2	793.563	Rp 438.011.622
20	Gasindo	20	12	793.563	Rp 495.911.398
21	Titian	21	9,5	793.563	Rp 470.954.598
22	Titian	22	9	793.563	Rp 465.963.238
23	Titian	23	19,6	793.563	Rp 571.780.070
24	Titian	24	10	793.563	Rp 475.945.958
25	Titian	25	5,5	793.563	Rp 431.023.718
26	Titian	26	7,8	793.563	Rp 453.983.974
27	Titian	27	5,1	793.563	Rp 427.030.630
28	Depot	28	5,8	1.026.015	Rp 450.963.814
29	Depot	29	35	1.026.015	Rp 1.203.888.716

No	Asal (<i>Filling Station</i>)	Tujuan (No.Agen)	Jarak (km)	Demand (tabung/tahun)	Total Biaya (/tahun)
30	Depot	30	14	1.026.015	Rp 744.838.617
31	Depot	31	167	1.346.120	Rp 4.706.928.510
32	Depot	32	45	1.346.120	Rp 1.701.884.095
33	Anugrah	33	149	811.274	Rp 2.648.299.314
34	Anugrah	34	272	811.274	Rp 4.279.136.152
35	Anugrah	35	272	811.274	Rp 4.279.136.152
36	Gasindo	36	315	784.264	Rp 4.799.392.011
37	Gasindo	37	298	784.264	Rp 4.631.720.331
38	Gasindo	38	312	784.264	Rp 4.769.802.891
39	Depot	39	5,4	844.817	Rp 433.484.902
40	Titian	40	58,7	844.817	Rp 1.375.828.748
41	Gasindo	41	13,3	844.817	Rp 517.409.446
42	Anugrah	42	22,2	844.817	Rp 611.957.350
43	Titian	43	6,4	844.817	Rp 444.108.262
44	Gasindo	44	20,5	844.817	Rp 593.897.638
45	Gasindo	45	20,5	844.817	Rp 593.897.638
46	Titian	46	21	844.817	Rp 599.209.318
47	Gasindo	47	95,1	1.360.323	Rp 2.943.310.373
48	Anugrah	48	25,6	844.817	Rp 836.136.153
49	Gasindo	49	450	268.640	Rp 2.272.877.516
Total biaya transportasi truk dari <i>filling station</i> ke agen					Rp 88.816.195.723

Besar total biaya transportasi truk dari *filling station* (Depot LPG Pertamina atau SPPBE) ke masing-masing agen selama satu tahun yaitu sebesar Rp. 88.816.195.723.

4.5.3 Biaya Persediaan (*Inventory Cost*)

Biaya persediaan terdiri dari 3 komponen yaitu biaya material, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan (*holding cost*). Biaya material bukanlah lingkup dari penelitian ini, sedangkan biaya pemesanan sudah dihitung dalam biaya transportasinya sehingga untuk biaya persediaan hanya komponen biaya penyimpanan (*holding cost*) saja. Biaya penyimpanan yang dianalisis merupakan biaya penyimpanan di masing-masing agen.

Berikut hasil dari biaya penyimpanan untuk masing-masing agen :

Tabel 4.19 Perhitungan Total *Inventory Cost*

Agen	c (/tabung)	h	Q (tabung)	<i>Inventory Cost</i> (/tahun)
Agen 1	Rp 12.916	20%	16.744	Rp 21.627.198
Agen 2	Rp 12.916	20%	16.723	Rp 21.600.658
Agen 3	Rp 12.916	20%	16.846	Rp 21.759.411
Agen 4	Rp 12.916	20%	18.086	Rp 23.361.276
Agen 5	Rp 12.916	20%	16.989	Rp 21.943.172
Agen 6	Rp 12.916	20%	16.744	Rp 21.627.198
Agen 7	Rp 12.916	20%	17.110	Rp 22.099.465
Agen 8	Rp 12.916	20%	16.516	Rp 21.333.445
Agen 9	Rp 13.057	20%	29.802	Rp 38.913.578
Agen 10	Rp 13.057	20%	29.853	Rp 38.980.752
Agen 11	Rp 13.889	20%	60.242	Rp 83.670.080
Agen 12	Rp 13.889	20%	60.242	Rp 83.670.080
Agen 13	Rp 13.889	20%	61.592	Rp 85.544.418
Agen 14	Rp 12.926	20%	14.234	Rp 18.398.993
Agen 15	Rp 12.926	20%	14.504	Rp 18.748.911
Agen 16	Rp 12.926	20%	13.565	Rp 17.534.834
Agen 17	Rp 12.926	20%	13.802	Rp 17.841.039
Agen 18	Rp 12.926	20%	13.802	Rp 17.841.039
Agen 19	Rp 12.926	20%	13.771	Rp 17.800.516
Agen 20	Rp 12.926	20%	14.653	Rp 18.940.517
Agen 21	Rp 12.926	20%	14.279	Rp 18.457.773
Agen 22	Rp 12.926	20%	14.203	Rp 18.359.701
Agen 23	Rp 12.926	20%	15.734	Rp 20.337.815
Agen 24	Rp 12.926	20%	14.355	Rp 18.555.327
Agen 25	Rp 12.926	20%	13.660	Rp 17.657.953
Agen 26	Rp 12.926	20%	14.020	Rp 18.122.164
Agen 27	Rp 12.926	20%	13.597	Rp 17.575.970
Agen 28	Rp 12.886	20%	13.996	Rp 18.035.662
Agen 29	Rp 13.023	20%	22.748	Rp 29.623.788
Agen 30	Rp 12.955	20%	17.940	Rp 23.240.123
Agen 31	Rp 13.270	20%	44.567	Rp 59.139.599
Agen 32	Rp 13.010	20%	27.065	Rp 35.210.972
Agen 33	Rp 13.268	20%	33.430	Rp 44.353.641
Agen 34	Rp 13.440	20%	42.221	Rp 56.745.234
Agen 35	Rp 13.440	20%	42.221	Rp 56.745.234
Agen 36	Rp 13.553	20%	44.523	Rp 60.342.440
Agen 37	Rp 13.553	20%	43.739	Rp 59.279.007
Agen 38	Rp 13.553	20%	44.386	Rp 60.156.142
Agen 39	Rp 12.916	20%	13.708	Rp 17.704.440
Agen 40	Rp 13.081	20%	24.266	Rp 31.742.790
Agen 41	Rp 12.916	20%	14.976	Rp 19.342.491

Agen	c (/tabung)	h	Q (tabung)	<i>Inventory Cost</i> (/tahun)
Agen 42	Rp 12.916	20%	16.287	Rp 21.035.643
Agen 43	Rp 12.916	20%	13.875	Rp 17.920.068
Agen 44	Rp 12.916	20%	16.045	Rp 20.722.923
Agen 45	Rp 12.916	20%	16.045	Rp 20.722.923
Agen 46	Rp 12.916	20%	16.116	Rp 20.815.387
Agen 47	Rp 13.110	20%	35.451	Rp 46.477.057
Agen 48	Rp 12.999	20%	18.977	Rp 24.667.320
Agen 49	Rp 13.792	20%	30.370	Rp 41.885.250
Total <i>Inventory Cost</i>				Rp 1.548.211.420

Besar total *inventory cost* untuk masing-masing agen dapat dilihat pada tabel Tabel 4.19 dan total biaya *inventory cost* selama satu tahun yaitu sebesar Rp. 1.548.211.420.

4.5.4 Total Biaya Distribusi Saat Ini

Dari hasil perhitungan biaya transportasi *skid tank* dari Depot LPG Balikpapan ke SPPBE, biaya transportasi truk dari *filling station* (Depot LPG Balikpapan dan SPPBE) ke agen-agen yang tersebar di setiap kota dan kabupaten, dan *inventory cost* yaitu perhitungan untuk komponen biaya penyimpanannya (*holding cost*) saja, maka didapatkan total biaya distribusi saat ini. Dan berikut merupakan total biaya distribusi saat ini :

Tabel 4.20 Total Biaya Distribusi Saat Ini

Total Biaya Distribusi Saat Ini	
Total Biaya Skid Tank	: Rp 9.946.232.716 /tahun
Total Biaya Truk	: Rp 88.816.195.723 /tahun
Total Biaya Penyimpanan	: Rp 1.548.211.420 /tahun
Total Biaya Distribusi	: Rp 100.310.639.860 /tahun
Total Demand	: 46.218.125 tabung/tahun
<i>Unit Cost</i>	: Rp 2.170 /tabung

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4.20, total biaya distribusi saat ini yaitu sebesar Rp. 100.310.639.860 /tahun dan komponen terbesar yaitu total biaya truk. Banyaknya *demand* dalam satu tahun yaitu sebesar 46.218.125 tabung/tahun. Sehingga besarnya biaya satuan untuk pendistribusian tabung LPG 3 kilogram sebesar Rp 2.170/tabung.

BAB 5

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab analisis perhitungan dan pembahasan pada penelitian ini menjelaskan permintaan LPG 3 kilogram, alternatif rute distribusi dan skenario yang digunakan. Komponen dari perhitungan nilai distribusi berdasarkan biaya transportasi darat dan laut serta *inventory cost*. Biaya transportasi darat yaitu biaya transportasi dengan *skid tank* dan truk, sedangkan biaya transportasi laut yaitu biaya transportasi kapal. Sedangkan untuk *inventory cost* hanya untuk komponen biaya penyimpanan (*holding cost*) saja untuk masing-masing agen. Dari kedua biaya transportasi tersebut dan *inventory cost* maka diperoleh total biaya distribusi dan digunakan untuk menentukan besarnya biaya satuan distribusi LPG 3 kilogram di Wilayah Kalimantan Timur.

5.1 Analisis Permintaan LPG 3 Kilogram

Langkah awal yang dilakukan dalam analisis ini adalah mendapatkan jumlah permintaan (*demand*) LPG 3 kilogram di Wilayah Kalimantan Timur. Berdasarkan data sekunder yang didapatkan dari Radio Republik Indonesia (RRI) yaitu mengenai realisasi konsumsi LPG 3 kilogram untuk Wilayah Kalimantan Timur hingga minggu ke-2 Januari 2020 sebanyak 1.772.666 tabung/2 minggu. (Pertamina, 2020)

Tabel 5.1 Indeks Konsumsi LPG 3 Kilogram di Kalimantan Timur

Indeks Konsumsi LPG di Kalimantan Timur		
Jumlah KK tahun 2019	742.768	
Konsumsi Tabung LPG	1.772.666	tabung/2minggu
	2	tabung/2minggu/KK
	1	tabung/minggu/KK
	0,17	tabung/hari/KK

Pada Tabel 5.1 merupakan perhitungan indeks konsumsi LPG 3 kilogram di Kalimantan Timur, dengan memakai data jumlah KK pada tahun 2019 maka didapatkan indeks konsumsi LPG untuk wilayah Kalimantan Timur sebesar 0,17 tabung/hari/KK atau 1 tabung/minggu/KK. Jadi, satu keluarga dalam satu minggu menggunakan satu tabung LPG 3 kilogram. Indeks tersebut digunakan untuk menghitung permintaan (*demand*) masing-masing kabupaten dan kota di Kalimantan Timur. Sehingga didapatkan permintaan (*demand*) dalam satu tahun untuk setiap kabupaten dan kota. Sedangkan jumlah Kartu Keluarga yang digunakan merupakan data dari Badan Pusat Statistika pada tahun 2019.

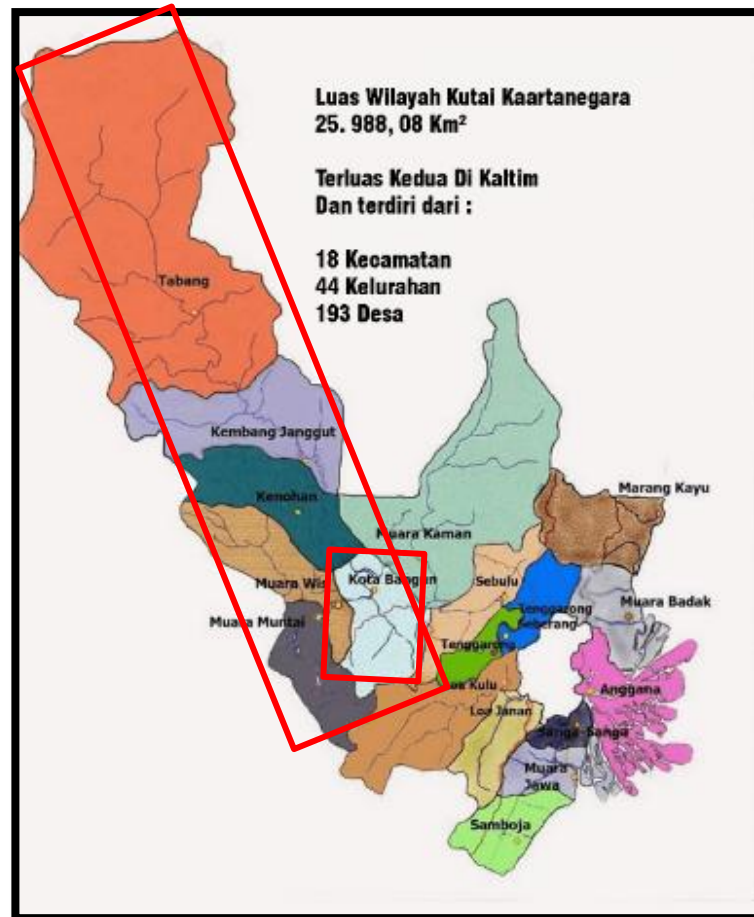
Dan berikut merupakan permintaan (*demand*) masing-masing kota/kabupaten di Kalimantan Timur :

Tabel 5.2 Permintaan LPG 3 Kilogram di Kalimantan Timur

No	Kabupaten	Jumlah KK	Konsumsi (tabung/hari)	Konsumsi (tabung/tahun)
1	Kota Balikpapan	162.212	27.653	10.093.345
2	Kota Bontang	36.593	6.238	2.276.870
3	Berau	47.387	8.079	2.948.835
4	Kota Samarinda	178.553	30.438	11.109.870
5	Penajam Paser Utara	49.468	8.433	3.078.045
6	Paser	43.263	7.376	2.692.240
7	Kutai Timur	39.114	6.668	2.433.820
8	Kutai Barat	37.810	6.446	2.352.790
9	Kutai Kartanegara	144.056	24.558	8.963.670
10	Mahakam Ulu	4.312	736	268.640
Total				46.218.125

Dari Tabel 5.2 tersebut besarnya permintaan tabung LPG 3 kilogram sebanding dengan banyaknya jumlah penduduk. Penduduk terbesar di Kalimantan Timur yaitu Kota Balikpapan sehingga demand terbesar yaitu di Kota Balikpapan sebesar 10.093.345 tabung/tahun. Sedangkan untuk permintaan tabung LPG 3 kilogram di kota atau kabupaten selain Kota Balikpapan dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Sedangkan besarnya permintaan (*demand*) di setiap agen persentasenya disamaratakan berdasarkan kota/kabupatennya. Sehingga persentase permintaan antar agen dalam satu kabupaten/kota akan sama dan dalam perhitungan ini persentase yang digunakan persentase setiap agen dengan seluruh permintaan di Kalimantan Timur. Namun, untuk agen 47 yang terletak di Kutai Kartanegara memiliki persentase permintaan yang berbeda dengan agen lainnya yang terdapat di Kutai Kartanegara, hal tersebut dikarenakan berdasarkan analisis yang dilakukan agen 47 satu-satunya agen di Kutai Kartanegara yang memiliki jarak terjauh dengan *filling station* yaitu lebih dari 60 km. Sedangkan untuk perhitungan besarnya permintaan agen 47 tersebut didasarkan pada permintaan di area sekitar agen 47. Agen 47 merupakan agen yang terletak di Desa Bangun Ulu, Kecamatan Kota Bangun, Kutai Kartanegara. Berikut gambaran mengenai wilayah Kutai Kartanegara:



Sumber : <https://dishub.kukarkab.go.id/>

Gambar 5.1 Peta Kutai Kartanegara

Berdasarkan peta pada Gambar 5.1, di Kutai Kartanegara terdapat 18 kecamatan dan salah satunya Kecamatan Kota Bangun yang merupakan letak agen 47. Berdasarkan peta tersebut maka permintaan di agen 47 didapatkan dari wilayah yang berada di sekitar agen 47. Berikut merupakan wilayah dan presentase Kartu Keluarga untuk mendapatkan permintaan di agen 47 :

Tabel 5.3 Data Kartu Keluarga di Kabupaten Kutai Kartanegara

No	Kecamatan	Cetak KK	Tidak Cetak KK
1	Samboja	17.448	2.930
2	Muara Jawa	11.763	614
3	Sanga-Sanga	5.026	1.295
4	Loa Janan	13.087	2.963
5	Loa Kulu	19.764	2.805
6	Muara Muntai	5.185	1.045
7	Muara Wis	2.216	550
8	Kota Bangun	9.577	1.163
9	Tenggarong	28.507	3.521

No	Kecamatan	Cetak KK	Tidak Cetak KK
10	Sebulu	9.207	3.240
11	Tenggarong Seberang	18.215	2.810
12	Anggana	9.127	1.353
13	Muara Badak	12.779	1.374
14	Marang Kayu	7.239	955
15	Muara Kaman	8.964	3.197
16	Kenohan	3.067	428
17	Kembang Janggut	6.480	901
18	Tabang	2.671	385
Total	Kutai Kartanegara	190.322	31.529
		221.851	

Sumber : <https://kukarkab.bps.go.id>

Berdasarkan Tabel 5.3, tabel berwarna merupakan kecamatan yang permintaan akan LPG 3 Kilogram dipenuhi oleh agen 47 dikarenakan kecamatan tersebut memiliki jarak terdekat dengan agen 47 dibandingkan dengan agen LPG 3 kilogram yang lainnya yang terdapat di Kutai Kartanegara. Berdasarkan data tersebut maka agen 47 akan memenuhi permintaan LPG 3 Kilogram untuk Kecamatan Muara Mutai, Muara Wis, Kota Bangun, Kenohan, Kembang Janggut, dan Tabang. Kecamatan-kecamatan tersebut memiliki total jumlah KK 33.668 dan total jumlah KK di Kutai Kartanegara sebesar 221.851. Sehingga besar presentase permintaan di agen 47 yaitu 15% dari semua permintaan Kabupaten Kutai Kartanegara.

5.2 Alternatif Rute

Alternatif rute pada penelitian ini merupakan alternatif rute untuk kapal sebagai alat transportasi yang akan digunakan untuk mendistribusikan tabung LPG 3 kilogram ke agen yang jika melalui jalur darat berjarak lebih dari 60 km dari *filling station* terdekat. Sehingga, akan ada penggantian alat transportasi yang awalnya menggunakan truk akan digantikan dengan kapal, namun hanya untuk agen yang memiliki jarak lebih dari 60 km dari *filling station* terdekat. Penggantian alat transportasi tersebut dilakukan berdasarkan skema dan ketentuan distribusi LPG 3 kilogram yang dikeluarkan oleh Kementerian ESDM dijelaskan jika letak agen harus berada di radius 60 km dengan *filling station* (SPPBE atau Depot), tentu yang berada di luar radius 60 km memiliki biaya distribusi yang lebih mahal.

Dan berikut merupakan daftar agen yang memiliki jarak ke *filling station* (SPPBE atau Depot) lebih dari 60 km :

Tabel 5.4 Daftar Agen dengan Radius > 60 km dari *Filling Station*

No	No. Agen	Jarak dengan <i>Filling Station</i> (km)	Wilayah Penyaluran	Demand (tabung/tahun)
1	9	79	Bontang	1.138.435
2	10	80	Bontang	1.138.435
3	11	485	Berau	982.945
4	12	485	Berau	982.945
5	13	518	Berau	982.945
6	31	167	Paser	1.346.120
7	33	149	Kutai Timur	811.274
8	34	272	Kutai Timur	811.274
9	35	272	Kutai Timur	811.274
10	36	315	Kutai Barat	784.264
11	37	298	Kutai Barat	784.264
12	38	312	Kutai Barat	784.264
13	47	95	Kutai Kartanegara	1.360.323
14	49	450	Mahakam Ulu	268.640

Berdasarkan data agen pada Tabel 5.4, distribusi dibedakan berdasarkan area atau letak agen-agen tersebut dengan *filling station*.

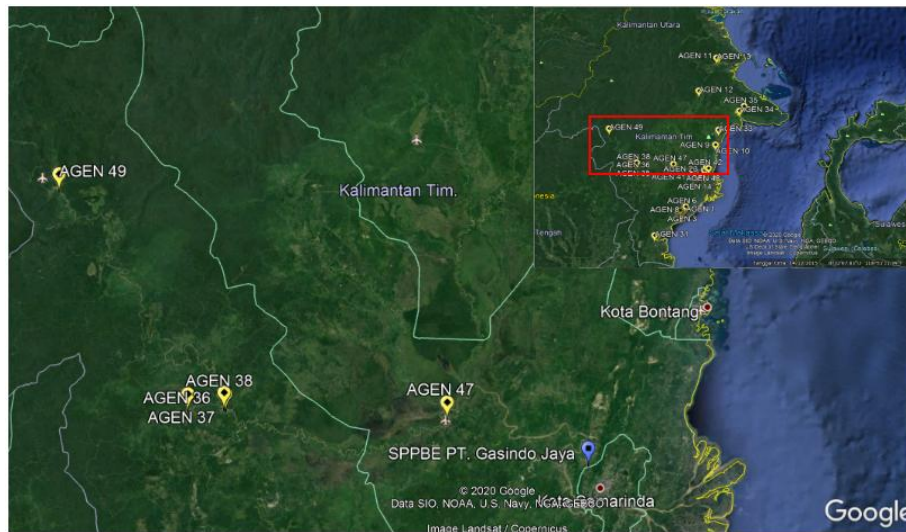
5.2.1 Area Distribusi Barat

Area distribusi barat diperuntukan untuk agen-agen yang diluar radius 60 km dari *filling station* dan terletak di sebelah barat *filling station*. *Filling station* tersebut yaitu SPPBE PT. Gasindo Jaya yang terletak di Jl. Samarinda-Tenggarong, Bukit Raya, Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur 75131. Berikut ini merupakan daftar agen beserta permintaan dalam periode 1 tahun untuk area distribusi barat, sebagai berikut :

Tabel 5.5 Daftar Agen untuk Area Distribusi Barat

No	No. Agen	Wilayah Penyaluran	Demand (tabung/tahun)
1	36	Kutai Barat	784.264
2	37	Kutai Barat	784.264
3	38	Kutai Barat	784.264
4	47	Kutai Kartanegara	1.360.323
5	49	Mahakam Ulu	268.640

Berdasarkan daftar agen pada Tabel 5.5 dan letak *filling station* (SPPBE PT. Gasindo Jaya) jika digambarkan pada peta maka dapat dilihat pada Gambar 5.2 sebagai berikut :



Gambar 5.2 Agen Area Distribusi Barat

Berdasarkan Gambar 5.2, agen 49 merupakan agen dengan jarak terjauh dari *filling station* (SPPBE PT. Gasindo Jaya), agen tersebut terletak di Mahakam Ulu. Berikut merupakan alternatif rute untuk area distribusi barat :

Tabel 5.6 Alternatif Rute Area Distribusi Barat

No	Alternatif	Pel. Asal	Pel. Tujuan	Agen Tujuan
1	Rute 1 (RB 1)	Pel. Tenggarong	Pel. Kota Bangun	47
			Pel. Melak	36, 37, 38
			Pel. Ujoh Bilang	49
2	Rute 2 (RB 2)	Pel. Tenggarong	Pel. Kota Bangun	47
			Pel. Melak	36, 37, 38, 49
3	Rute 3 (RB 3)	Pel. Tenggarong	Pel. Melak	36, 37, 38
			Pel. Ujoh Bilang	49
4	Rute 4 (RB 4)	Pel. Tenggarong	Pel. Melak	36, 37, 38, 49

5.2.2 Area Distribusi Utara

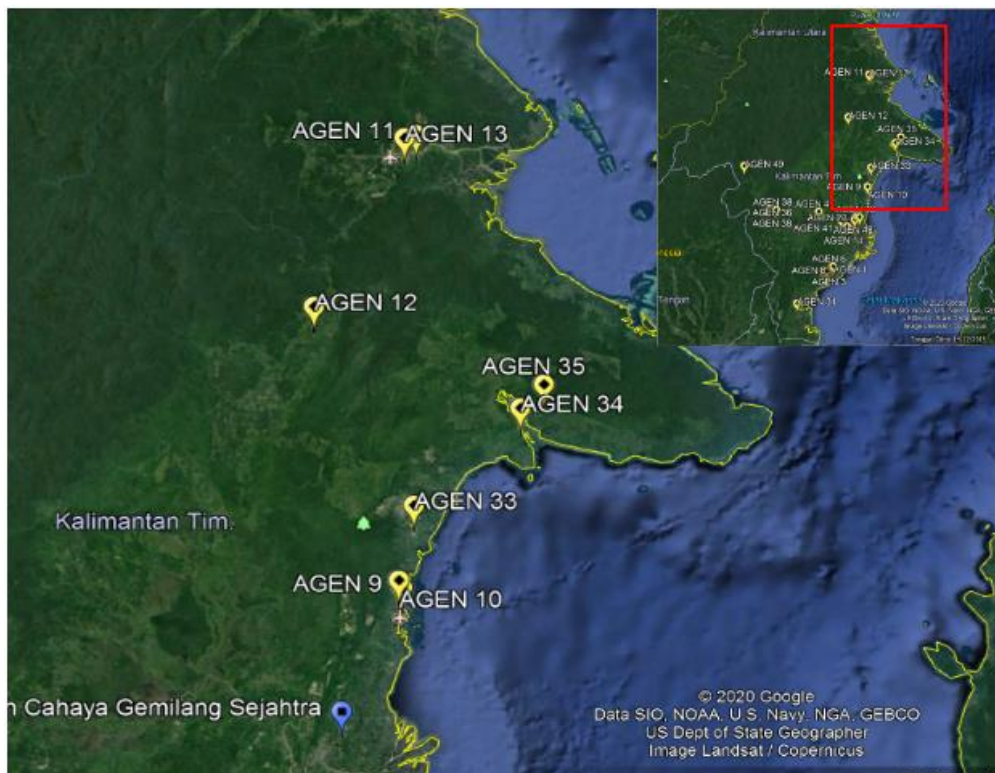
Area distribusi utara diperuntukan untuk agen-agen yang diluar radius 60 km dari *filling station* dan terletak di sebelah utara *filling station*. *filling station* tersebut yaitu SPPBE PT. Anugrah Cahaya Gemilang Sejahtera yang terletak di Jl. Bontang - Samarinda, Badak Mekar, Samarinda Utara, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur 75119.

Berikut ini merupakan daftar agen beserta permintaan dalam periode 1 tahun untuk area distribusi utara, sebagai berikut :

Tabel 5.7 Daftar Agen untuk Area Distribusi Utara

No	No. Agen	Wilayah Penyaluran	Demand (tabung/tahun)
1	9	Bontang	1.138.435
2	10	Bontang	1.138.435
3	11	Berau	982.945
4	12	Berau	982.945
5	13	Berau	982.945
6	33	Kutai Timur	811.274
7	34	Kutai Timur	811.274
8	35	Kutai Timur	811.274

Berdasarkan daftar agen pada Tabel 5.7 dan letak *filling station* (SPPBE PT. Anugrah Cahaya Gemilang Sejahtera) jika digambarkan pada peta maka dapat dilihat pada Gambar 5.3 sebagai berikut :



Gambar 5.3 Agen Area Distribusi Utara

Berdasarkan Gambar 5.3, di sebelah timur dari daratan Kalimantan Timur terdapat perairan Selat Makassar dan Laut Sulawesi. Sehingga, untuk ditribusi ke arah utara akan menggunakan area perairan tersebut.

Berikut merupakan alternatif rute untuk area distribusi utara :

Tabel 5.8 Alternatif Rute Area Distribusi Utara

No	Alternatif	Pel. Asal	Pelabuhan Tujuan	Agen Tujuan
1	Rute 1 (RU 1)	Pel. Toko Lima	Pel. Bontang	9,10
			Pel. Kudungga	33
			Pel. Maloy	34,35
			Pel. Tanjung Redeb	11,12,13
2	Rute 2 (RU 2)	Pel. Toko Lima	Pel. Bontang	9,10
			Pel. Kudungga	33
			Pel. Maloy	34,35, 11,12,13
3	Rute 3 (RU 3)	Pel. Toko Lima	Pel. Bontang	9,10
			Pel. Maloy	33,34, 35
			Pel. Tanjung Redeb	11,12,13
4	Rute 4 (RU 4)	Pel. Toko Lima	Pel. Bontang	9,10
			Pel. Maloy	33, 34,35, 11,12,13
5	Rute 5 (RU 5)	Pel. Toko Lima	Pel. Kudungga	33
			Pel. Maloy	34,35
			Pel. Tanjung Redeb	11,12,13
6	Rute 6 (RU 6)	Pel. Toko Lima	Pel. Maloy	33,34,35
			Pel. Tanjung Redeb	11,12,13

5.2.3 Area Distribusi Selatan

Area distribusi selatan diperuntukan untuk agen-agen yang diluar radius 60 km dari *filling station* dan terletak di sebelah selatan *filling station*. *Filling station* tersebut yaitu Depot LPG Pertamina yang terletak di Mekar Sari, Balikpapan Tengah, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur 76122 . Untuk area distribusi selatan hanya ada 1 agen yang di luar radius 60 km dari *filling station*. Berikut ini merupakan daftar agen beserta permintaan dalam periode 1 tahun untuk area distribusi selatan, sebagai berikut :

Tabel 5.9 Daftar Agen untuk Area Distribusi Selatan

No	No. Agen	Wilayah Penyaluran	Demand (tabung/tahun)
1	31	Paser	1.346.120

Berdasarkan daftar agen pada Tabel 5.9 dan letak *filling station* (Depot LPG Pertamina) jika digambarkan pada peta maka dapat dilihat pada sebagai berikut :



Gambar 5.4 Agen Area Distribusi Selatan

Berdasarkan Gambar 5.4, agen 31 merupakan satu-satunya agen yang terletak di selatan dan di luar radius 60 km dengan *filling station* (Depot LPG Pertamina). Di sebelah timur dari wilayah agen 31 hingga Depot LPG Pertamina di Balikpapan terdapat perairan Selat Makassar yang bisa dijadikan sebagai jalur air untuk distribusi. Sehingga untuk area distribusi selatan hanya ada 1 rute saja, yaitu sebagai berikut :

Tabel 5.10 Alternatif Rute Area Distribusi Selatan

No	Alternatif	Pel. Asal	Pel. Tujuan	Agen Tujuan
1	Rute 1 (RS 1)	Jetty Pertamina	Pel. Pondong	31

5.3 Skenario

Pembuatan skenario dalam analisis ini bertujuan untuk membandingkan besar kontribusi transportasi laut dalam menurunkan biaya angkutan LPG 3 kilogram antar skenario. Yang menjadi bahasan utama dalam skenario ini adalah ukuran kapal yang berdasarkan rutanya. Di sisi lain, berdasarkan letak agen yang tersebar tersebut akan dikelompokkan berdasarkan area distribusinya dan dijadikan beberapa alternatif rute untuk kapalnya dan itu menjadi pedoman dalam pembuatan skenario. Sehingga antar skenario akan membandingkan area distribusi selatan, barat dan utara untuk tiga ukuran kapal atau dua ukuran kapal berdasarkan hasil optimasi. Tiga ukuran kapal yang dimaksud yaitu masing-masing area distribusi dengan menggunakan masing-masing ukuran kapal berdasarkan hasil optimasi, sedangkan dua ukuran kapal yang dimaksud yaitu adanya penggabungan antara area distribusi barat dengan utara dalam satu optimasi

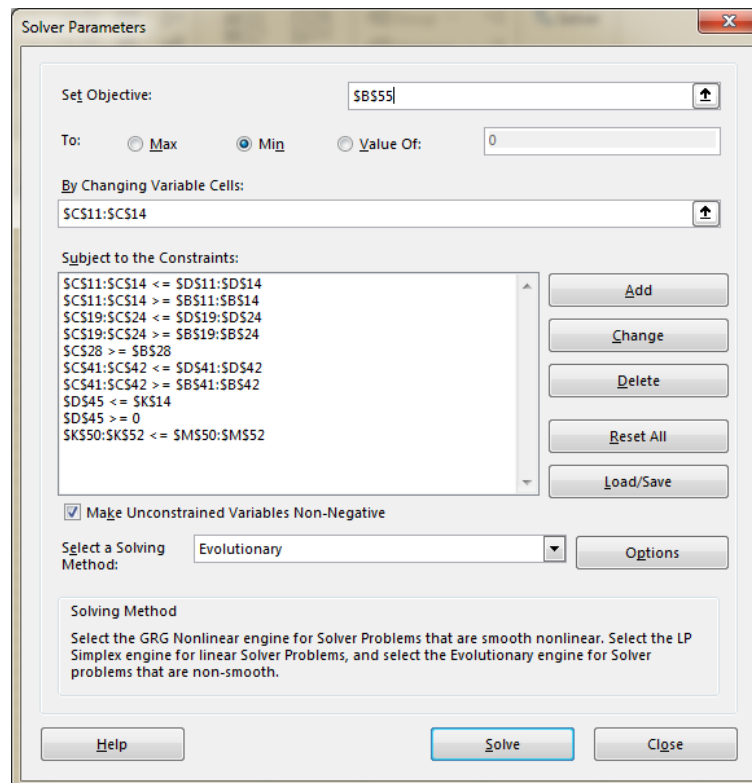
kapal. Tiga ukuran kapal akan dijadikan sebagai skenario 1 dan 2 ukuran kapal akan dijadikan sebagai skenario 2. Pembagian skenario tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah dengan penggabungan area distribusi akan meminilkan jumlah kapal yang akan digunakan dalam pendistribusian sehingga dengan akan menurunkan biaya distribusinya.

5.3.1 Skenario 1

Pada skenario ini pencarian ukuran utama kapal dilakukan dengan satu ukuran kapal untuk masing-masing alternatif rute untuk setiap area distribusi sehingga akan ada 3 ukuran kapal dikarenakan penggabungan dari semua rute dari 3 area distribusi.

- Model Optimasi Ukuran Utama Kapal

Pada penelitian ini *tools* yang digunakan untuk proses optimasi adalah fitur Solver yang ada pada Microsoft Excel. Komponen-komponen utama yang harus ditentukan terlebih dahulu yaitu fungsi objektif, variabel keputusan, dan batasan. Untuk fungsi objektif sesuai persamaan (3.27), variabel keputusan sesuai persamaan (3.34) dan batasan sesuai persamaan (3.35), (3.36), (3.37), (3.38). Berikut tampilan gambar dari jendela solver yang sudah dijelaskan di atas :



Gambar 5.5 Tampilan Solver Excel

Setelah *solver* dijalankan pada tiap alternatif rute, didapatkan ukuran utama kapal berdasarkan rutanya, kemudian dari ukuran tersebut dapat digunakan untuk menghitung biaya yang menjadi bahasan dalam analisis ini. Jika diurutkan sesuai rantai pasoknya maka biaya tersebut adalah biaya *skid tank*, biaya kapal, biaya truk, dan *inventory cost*.

- Analisis Biaya

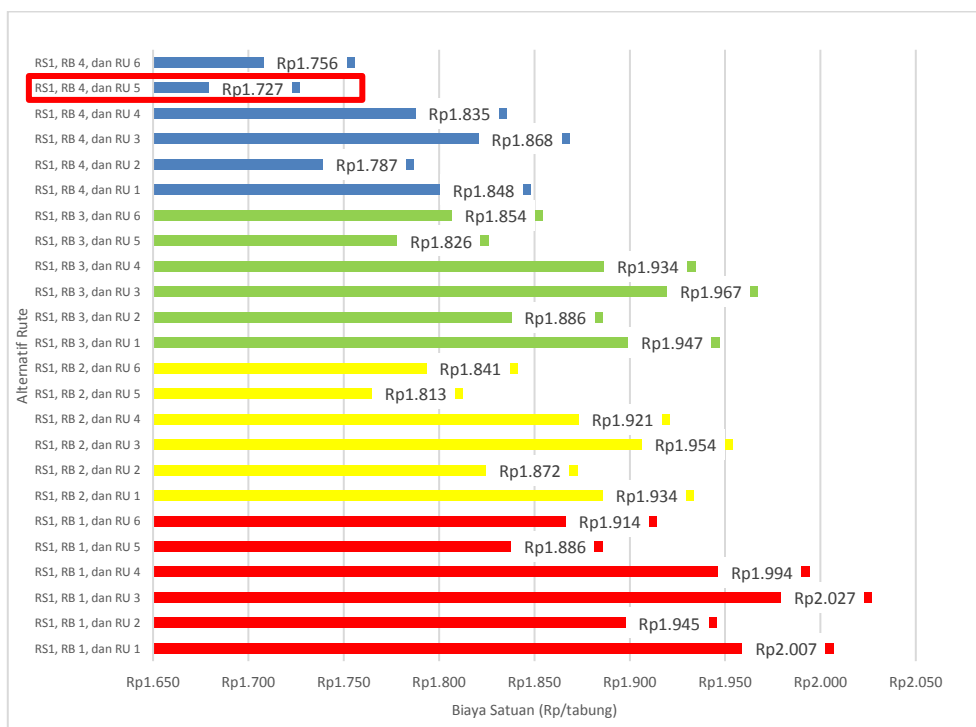
Perhitungan biaya kapal berdasarkan ukuran utama yang didapatkan setelah optimasi menggunakan *solver* dilakukan untuk semua alternatif rute pada masing-masing area distribusi, ukuran utama tersebut kemudian digunakan untuk menghitung berat kapal, payload, frekuensi, dan biayanya, kemudian ditambahkan dengan biaya truk, biaya *skid tank*, dan *inventory cost*. Untuk perhitungan biaya kapal menggunakan persamaan (3.29). Untuk perhitungan biaya truk menggunakan persamaan (3.30). Untuk perhitungan biaya *skid tank* menggunakan persamaan (3.31). Untuk perhitungan biaya persediaan menggunakan persamaan (3.32). Untuk rute 1-12 besarnya biaya *skid tank* yaitu 9.947 Jt-Rp/tahun, sedangkan untuk rute 13-24 besarnya biaya *skid tank* yaitu 9.946 Jt-Rp/tahun. Berikut hasil analisis biaya untuk seluruh alternatif rute kapal pada skenario 1:

Tabel 5.11 Biaya Tiap Alternatif Rute pada Skenario 1

No	Alternatif Rute	Biaya Kapal (Jt-Rp/tahun)	Biaya Truk (Jt-Rp/tahun)	IC (Jt-Rp/tahun)	Total Biaya (Jt-Rp/tahun)
1	RS1, RB 1, dan RU 1	47.230,92	33.433,42	2.138,53	92.750,00
2	RS1, RB 1, dan RU 2	35.962,13	42.102,84	1.904,25	89.916,35
3	RS1, RB 1, dan RU 3	46.967,48	34.653,66	2.119,51	93.687,79
4	RS1, RB 1, dan RU 4	35.328,85	45.018,99	1.867,32	92.162,30
5	RS1, RB 1, dan RU 5	39.633,74	35.524,77	2.044,93	87.150,58
6	RS1, RB 1, dan RU 6	39.555,79	36.943,18	2.027,17	88.473,26
7	RS1, RB 2, dan RU 1	41.341,63	36.019,04	2.064,37	89.372,17
8	RS1, RB 2, dan RU 2	30.072,84	44.688,47	1.830,08	86.538,52
9	RS1, RB 2, dan RU 3	41.078,20	37.239,29	2.045,34	90.309,96
10	RS1, RB 2, dan RU 4	29.439,56	47.604,62	1.793,15	88.784,47
11	RS1, RB 2, dan RU 5	33.744,46	38.110,39	1.970,76	83.772,75
12	RS1, RB 2, dan RU 6	33.666,50	39.528,80	1.953,00	85.095,43
13	RS1, RB 3, dan RU 1	41.705,46	36.262,86	2.072,15	89.986,70

No	Alternatif Rute	Biaya Kapal (Jt-Rp/tahun)	Biaya Truk (Jt-Rp/tahun)	IC (Jt-Rp/tahun)	Total Biaya (Jt-Rp/tahun)
14	RS1, RB 3, dan RU 2	30.436,67	44.932,28	1.837,86	87.153,05
15	RS1, RB 3, dan RU 3	41.442,03	37.483,10	2.053,12	90.924,48
16	RS1, RB 3, dan RU 4	29.803,39	47.848,43	1.800,93	89.398,99
17	RS1, RB 3, dan RU 5	34.108,29	38.354,21	1.978,54	84.387,27
18	RS1, RB 3, dan RU 6	34.030,33	39.772,61	1.960,78	85.709,95
19	RS1, RB 4, dan RU 1	36.711,77	36.723,21	2.036,90	85.418,11
20	RS1, RB 4, dan RU 2	25.442,99	45.392,63	1.802,61	82.584,46
21	RS1, RB 4, dan RU 3	36.448,34	37.943,45	2.017,87	86.355,90
22	RS1, RB 4, dan RU 4	24.809,70	48.308,78	1.765,69	84.830,40
23	RS1, RB 4, dan RU 5	29.114,60	38.814,56	1.943,30	79.818,69
24	RS1, RB 4, dan RU 6	29.036,64	40.232,97	1.925,53	81.141,37

Berdasarkan total biaya distribusi tersebut pada Tabel 5.11 dibagi dengan muatan yang terangkut untuk masing-masing rute maka diperoleh biaya satuan untuk masing-masing rute. Berikut grafik perbandingan biaya satuan untuk masing-masing rute :



Keterangan : ■ RB 1 ■ RB 2 ■ RB 3 ■ RB 4

Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Biaya Satuan Skenario 1

Untuk yang berada dalam kotak merah merupakan rute dengan biaya distribusi termurah. Sehingga untuk skenario 1 rute terpilih yaitu rute RS 1, RB 4, dan RU 5. Maksud dari rute tersebut yaitu area distribusi selatan untuk kapal dengan rute 1 (Jetty Pertamina – Pel. Pondong), dengan tujuan agen 31. Untuk area distribusi Barat untuk kapal dengan rute 4 (Pel. Tenggarong - Pel. Melak), dengan tujuan agen 36, 37, 38, dan 49. Sedangkan area distribusi Utara dengan rute 5 (Pel. Toko Lima - Pel. Kudungga - Pel. Maloy - Pel. Tanjung Redeb), dengan Pel. Kudungga agen yang dituju agen 33, Pel. Maloy dengan tujuan agen 34 dan 35, dan Pel. Tanjung Redeb dengan tujuan agen 11, 12, dan 13.

- Rincian Perhitungan Biaya Distribusi Rute Terpilih

Biaya muncul di setiap pergerakan LPG 3 kilogram dalam alat angkut dan penanganannya. Alternatif yang terpilih merupakan rangkaian rantai pasok dan alat angkut yang paling optimal diantara alternatif lainnya. Sub bab ini akan membahas dari mana hasil biaya rupiah per tabung tersebut muncul.

- a. Biaya Skid Tank

Biaya *skid tank* bernilai sama dengan kondisi saat ini karena proses pendistribusian LPG dalam bentuk curah tetap sama yaitu dari Depot LPG Balikpapan ke SPPBE. Dengan besar total biaya skid tank untuk skenario 1 rute terpilih yaitu sebesar Rp. 9.946.232.716/tahun atau 9.946 Jt-Rp/tahun.

- b. Biaya Kapal

Kapal digunakan untuk distribusi ke agen yang berada di luar radius > 60 km dari *filling station* yaitu Depot LPG Balikpapan dan SPPBE. Berdasarkan hasil analisis didapatkan rute terpilih yaitu rute RS 1, RB 4, dan RU 5. RS yaitu untuk area distribusi Selatan, RB yaitu untuk area distribusi Barat, dan RU yaitu untuk area distribusi Utara, sedangkan untuk angka menunjukkan pilihan urutan rutenya.

Berikut merupakan hasil optimasi alternatif rute terpilih pada skenario 1 :

Tabel 5.12 Kapal Terpilih pada Skenario 1

Alternatif Rute	RS 1	RB 4	RU 5
Rute	Jetty Pertamina - Pel. Pondong	Pel. Tenggara - Pel. Melak	Pel. Toko Lima - Pel. Kudungga - Pel. Maloy - Pel. Tanjung Redeb
LPP (m)	23,66	41,68	45,45
B (m)	6,16	8,27	8,68
H (m)	2,31	2,31	2,32
T (m)	1,58	1,50	1,49
Payload (tabung)	3.782	16.384	19.717
Jumlah Kapal (unit)	1,00	1,00	3,00

Untuk biaya kapal, pada umumnya dapat dikelompokkan menjadi biaya tetap atau *fixed cost* dan biaya variabel atau *variable cost*. Biaya tetap merupakan biaya yang nilainya tetap dan tidak berubah seiring dengan banyaknya kegiatan kapal, sedangkan biaya variabel merupakan biaya yang nilainya berubah seiring dengan banyaknya kegiatan kapal. Komponen perhitungan biaya yang dihitung pada analisis ini meliputi biaya modal, biaya operasional, biaya pelayaran, biaya bongkar muat dan biaya penalti.

Perhitungan biaya – biaya tersebut pada rute terpilih dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 5.13 Biaya Kapal Terpilih pada Skenario 1

Alternatif Rute	RS 1	RB 4	RU 5
Rute	Jetty Pertamina - Pel. Pondong	Pel. Tenggara - Pel. Melak	Pel. Toko Lima - Pel. Kudungga - Pel. Maloy - Pel. Tanjung Redeb
<i>Capital Cost</i> (/tahun)	Rp 314.105.274	Rp 675.423.226	Rp 2.274.642.618
<i>Operating Cost</i> (/tahun)	Rp 2.282.666.000	Rp 2.551.321.796	Rp 7.653.760.715
<i>Voyage Cost</i> (/tahun)	Rp 801.974.793	Rp 2.190.266.157	Rp 8.539.795.432

<i>Cargo Handling Cost</i> (/tahun)	Rp 262.546.440	Rp 511.180.800	Rp 1.049.634.495
<i>Penalty Cost</i> (/tahun)	Rp 5.440.000	Rp 160.000	Rp 1.680.000
<i>Total Cost</i> (/tahun)	Rp 3.666.732.507	Rp 5.928.351.979	Rp 19.519.513.260

Total biaya untuk kapal pada alternatif rute terpilih yaitu sebesar Rp. 3.666.732.507, Rp. 5.928.351.979 dan Rp. 19.519.513.260.

c. Biaya Truk

Truk di sini digunakan untuk mendistribusikan LPG 3 kilogram sudah dalam kemasan tabung. Truk ini untuk mendistribusikan dari *filling station* langsung ke agen atau dari *filling station* ke pelabuhan dan dari pelabuhan ke agen dikarenakan beberapa agen ada yang didistribusikan dengan kapal. Berikut uraian mengenai biaya distribusi dengan truk :

Tabel 5.14 Biaya Truk pada Rute Terpilih pada Skenario 1

Keterangan	Biaya Truk (/tahun)
<i>filling station</i> – Agen	Rp 29.007.039.539
Jetty Pertamina – Agen	Rp 200.750.707
Pel. Pondong – Agen	Rp 497.615.277
SPPBE Gasindo - Pel. Tenggarong	Rp 799.197.351
Pel. Melak – Agen	Rp 1.863.881.665
SPPBE Anugrah - Pel. Toko Lima	Rp 3.244.147.225
Pel. Kudungga - Agen	Rp 301.261.976
Pel. Maloy - Agen	Rp 254.847.947
Pel. Tanjung Redeb - Agen	Rp 2.645.817.907
Total Biaya Truk	Rp 38.814.559.596

d. *Inventory Cost*

Inventory Cost (biaya persediaan) terdiri dari 3 komponen yaitu biaya material, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan (*holding cost*). Biaya material bukanlah lingkup dari penelitian ini, sedangkan biaya pemesanan sudah dihitung dalam biaya transportasinya sehingga untuk biaya persediaan hanya komponen biaya penyimpanan (*holding cost*) saja. Biaya penyimpanan yang dianalisis merupakan biaya penyimpanan di masing-masing agen.

Berikut hasil dari biaya penyimpanan untuk masing-masing rute kapal dan agen berada dalam radius 60 km dari *filling station* (Depot LPG dan SPPBE) :

Tabel 5.15 Inventory Cost Skenario 1

Rute	<i>Inventory Cost</i> (/tahun)
RS 1	Rp 121.773.425
RB 4	Rp 294.989.658
RU 5	Rp 565.012.054
Agen didistribusikan dengan truk	Rp 961.520.750
Total <i>Inventory Cost</i> Alternatif Rute RS 1, RB 4, dan RU 5	Rp 1.943.295.886

5.3.2 Skenario 2

Pada skenario 2 ini pencarian ukuran utama kapal dilakukan dengan satu ukuran kapal untuk rute area distribusi selatan dan satu ukuran kapal untuk penggabungan antar rute untuk area distribusi barat dan utara. Sehingga model optimasi sama hanya perbedaan untuk muatan yang terangkut. Banyaknya muatan yang terangkut mengikuti *demand* terbesar diantara kedua rute tersebut, dan pengambilan muatan dilakukan dua kali di masing-masing *filling station* agen. Untuk area distribusi Barat mengambil muatan dari Pelabuhan Tenggarong dan untuk area distribusi Utara mengambil muatan dari Pelabuhan Toko Lima. Sehingga rute kapal yaitu mengambil muatan di Pelabuhan Tenggarong yang dipasok dari SPPBE PT. Gasindo Jaya, setelah muatan sesuai kapasitas kapal untuk memenuhi permintaan agen di area distribusi Barat maka kapal akan mendistribusikan tabung LPG 3 kilogram ke agen-agen di area distribusi Barat yang didistribusikan dengan kapal. Setelah muatan kapal kosong maka, kapal akan ke Pelabuhan Toko Lima untuk mengambil muatan lagi yang dipasok dari SPPBE PT. Anugrah Cahaya Gemilang Sejahtera, setelah muatan kapal penuh maka kapal akan mendistribusikan tabung LPG 3 kilogram ke agen-agen di area distribusi Utara yang didistribusikan dengan kapal.

Area distribusi Utara memiliki permintaan LPG 3 kilogram lebih besar jika dibandingkan dengan area distribusi Barat, sehingga untuk pendistribusian ke area Utara kapal dalam keadaan muatan penuh dan untuk pendistribusian ke arah barat

presentase kapasitas kapal yang terisi sebesar presentase permintaan area distribusi barat dibagi dengan permintaan area distribusi utara. Setelah *solver* dijalankan pada tiap alternatif rute seperti skenario 1, maka didapatkan ukuran utama kapal berdasarkan rutenya, kemudian dari ukuran tersebut dapat digunakan untuk menghitung biaya yang menjadi bahasan dalam analisis ini. Jika diurutkan sesuai rantai pasoknya maka biaya tersebut adalah biaya *skid tank*, biaya truk dan biaya kapal. Untuk fungsi objektif sesuai persamaan (3.27), variabel keputusan sesuai persamaan (3.34) dan batasan sesuai persamaan (3.35), (3.36), (3.37), (3.38).

- Analisis Biaya

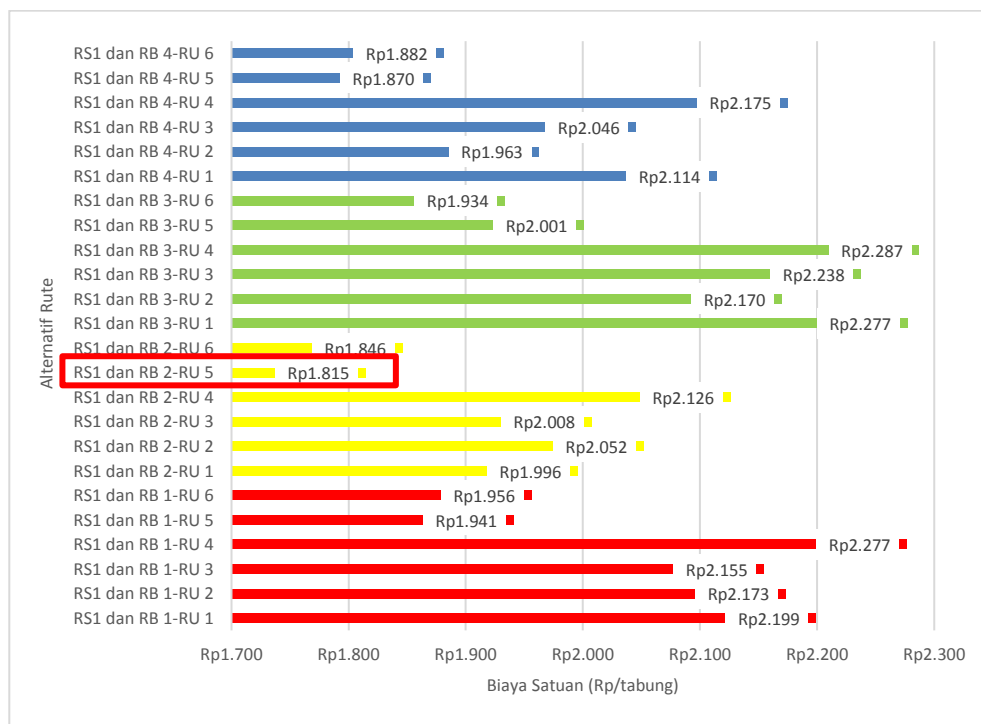
Perhitungan biaya kapal berdasarkan ukuran utama yang didapatkan setelah optimasi menggunakan *solver* dilakukan untuk semua alternatif rute pada masing-masing area distribusi, ukuran utama tersebut kemudian digunakan untuk menghitung berat kapal, *payload* kapal, frekuensi kapal dalam satu tahun, dan biayanya, kemudian ditambahkan dengan biaya truk, *skid tank*, dan *inventory cost*. Untuk rute 1-23 besarnya biaya *skid tank* yaitu 9.946 Jt-Rp/tahun, sedangkan untuk rute 24 besarnya biaya *skid tank* yaitu 9.945 Jt-Rp/tahun. Berikut hasil analisis biaya untuk seluruh alternatif rute kapal pada skenario 2 :

Tabel 5.16 Biaya Tiap Alternatif Rute pada Skenario 2

No	Alternatif Rute	Biaya Kapal (Jt.Rp/tahun)	Biaya Truk (Jt.Rp/tahun)	IC (Jt.Rp/tahun)	Total Biaya (Jt.Rp/tahun)
1	RS1 dan RB 1-RU 1	56.096,61	33.472,17	2.134,80	101.649,81
2	RS1 dan RB 1-RU 2	45.859,10	42.722,31	1.924,84	100.452,48
3	RS1 dan RB 1-RU 3	53.347,80	34.090,73	2.203,73	99.588,49
4	RS1 dan RB 1-RU 4	45.770,60	47.595,57	1.918,55	105.230,95
5	RS1 dan RB 1-RU 5	41.939,81	35.767,52	2.055,09	89.708,66
6	RS1 dan RB 1-RU 6	41.867,73	36.560,13	2.042,85	90.416,94
7	RS1 dan RB 2-RU 1	45.662,46	34.553,54	2.075,94	92.238,16
8	RS1 dan RB 2-RU 2	37.468,18	45.636,57	1.793,54	94.844,53
9	RS1 dan RB 2-RU 3	44.853,18	35.931,57	2.057,90	92.788,88
10	RS1 dan RB 2-RU 4	39.521,13	47.077,02	1.725,37	98.269,74
11	RS1 dan RB 2-RU 5	35.099,38	36.851,68	1.977,65	83.874,94
12	RS1 dan RB 2-RU 6	35.054,79	38.369,61	1.957,34	85.327,97
13	RS1 dan RB 3-RU 1	56.340,68	36.904,20	2.058,06	105.249,17

No	Alternatif Route	Biaya Kapal (Jt.Rp/tahun)	Biaya Truk (Jt.Rp/tahun)	IC (Jt.Rp/tahun)	Total Biaya (Jt.Rp/tahun)
14	RS1 dan RB 3-RU 2	42.128,30	46.311,35	1.906,45	100.292,34
15	RS1 dan RB 3-RU 3	53.606,98	37.768,46	2.096,59	103.418,27
16	RS1 dan RB 3-RU 4	46.213,42	47.703,04	1.855,18	105.717,87
17	RS1 dan RB 3-RU 5	41.968,02	38.588,43	1.976,95	92.479,64
18	RS1 dan RB 3-RU 6	38.792,07	38.604,59	2.030,11	89.373,01
19	RS1 dan RB 4-RU 1	48.468,62	37.372,22	1.940,62	97.727,69
20	RS1 dan RB 4-RU 2	33.727,36	45.276,30	1.775,08	90.724,98
21	RS1 dan RB 4-RU 3	44.277,01	38.354,76	1.964,30	94.542,31
22	RS1 dan RB 4-RU 4	38.319,16	50.531,88	1.729,63	100.526,90
23	RS1 dan RB 4-RU 5	35.582,26	39.014,64	1.897,00	86.440,13
24	RS1 dan RB 4-RU 6	34.891,44	40.260,87	1.897,00	86.967,86

Berdasarkan total biaya distribusi tersebut pada Tabel 5.11 dibagi dengan muatan yang terangkut untuk masing-masing rute maka diperoleh biaya satuan untuk masing-masing rute. Berikut grafik perbandingan biaya satuan untuk masing-masing rute :



Keterangan : ■ RB 1 ■ RB 2 ■ RB 3 ■ RB 4

Gambar 5.7 Grafik Perbandingan Biaya Satuan Skenario 2

Untuk yang berada dalam kotak merah merupakan rute dengan biaya distribusi termurah. Sehingga untuk skenario 2 rute terpilih yaitu rute RS 1 dan RB 2 – RU 5. Maksud dari rute tersebut yaitu area distribusi Selatan untuk kapal dengan rute 1 (Jetty Pertamina – Pel. Pondong), dengan tujuan agen 31. Sedangkan area distribusi barat untuk kapal dengan rute 2 - area distribusi Utara dengan rute 5 (Pel. Tenggarong – Pel. Kota Bangun - Pel. Melak - Pel. Toko Lima - Pel. Kudungga - Pel. Maloy - Pel. Tanjung Redeb). Untuk Pel. Kota Bangun agen yang dituju agen 47, Pel. Melak dengan tujuan agen 36, 37, 38, dan 49, Pel. Kudungga dengan tujuan agen 33, Pel. Maloy dengan tujuan agen 34 dan 35, dan Pel. Tanjung Redeb dengan tujuan agen 11, 12, dan 13. Sehingga kapal akan mengambil muatan dalam bentuk tabung LPG 3 kilogram di Pel. Tenggarong sebanyak permintaan di agen 47, 36, 37, 38, dan 49 setelah itu dibawa ke pelabuhan tujuan yaitu Pel. Kota Bangun dan Pel. Melak. Setelah selesai bongkar muat Pel. Melak (muatan kapal kosong), kapal menuju Pel. Toko Lima untuk mengambil muatan dalam bentuk tabung LPG 3 kilogram sesuai payload kapal, setelah itu dibawa ke pelabuhan tujuan yaitu Pel. Kudungga, Pel. Maloy, dan Pel. Tanjung Redeb

- Rincian Perhitungan Biaya Distribusi Rute Terpilih

Biaya muncul di setiap pergerakan LPG 3 kilogram dalam alat angkut dan penanganannya. Alternatif yang terpilih merupakan rangkaian rantai pasok dan alat angkut yang paling optimal diantara alternatif lainnya. Sub bab ini akan membahas dari mana hasil biaya rupiah per tabung tersebut muncul.

- a. Biaya Skid Tank

Biaya *skid tank* bernilai sama dengan kondisi saat ini karena proses pendistribusian LPG dalam bentuk curah tetap sama yaitu dari Depot LPG Balikpapan ke SPPBE. Dengan besar total biaya skid tank untuk skenario 2 terpilih sebesar Rp. 9.946.232.716 /tahun atau 9.946 Jt-Rp/tahun.

- b. Biaya Kapal

Kapal digunakan untuk distribusi ke agen yang berada di luar radius > 60 km dari *filling station* yaitu Depot LPG Balikpapan dan SPPBE. Berdasarkan hasil analisis, alternatif rute terpilih yaitu RS 1 dan RB 2 – RU 5, berikut merupakan hasil optimasi alternatif rute terpilih skenario 2:

Tabel 5.17 Kapal Terpilih pada Skenario 2

Alternatif Rute	RS 1	RB 2- RU 5
Rute	Jetty Pertamina - Pel. Pondong	Pel. Tenggara - Pel. Kota Bangun - Pel. Melak - Pel. Toko Lima - Pel. Kudungga - Pel. Maloy - Pel. Tanjung Redeb
LPP (m)	23,66	42,00
B (m)	6,16	8,95
H (m)	2,31	2,79
T (m)	1,58	1,58
Payload (tabung)	3782	19224
Jumlah Kapal (unit)	1	5,00

Untuk biaya kapal, pada umumnya dapat dikelompokkan menjadi biaya tetap atau fixed cost dan biaya variabel atau variable cost. Biaya tetap merupakan biaya yang nilainya tetap dan tidak berubah seiring dengan banyaknya kegiatan kapal, sedangkan biaya variabel merupakan biaya yang nilainya berubah seiring dengan banyaknya kegiatan kapal. Komponen perhitungan biaya yang dihitung pada analisis ini meliputi biaya modal, biaya operasional, biaya pelayaran, biaya bongkar muat dan biaya penalti. Perhitungan biaya – biaya tersebut pada rute terpilih dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 5.18 Biaya Kapal Terpilih pada Skenario 2

Alternatif Rute	RS 1	RB 2 - RU 5
Rute	Jetty Pertamina - Pel. Pondong	Pel. Tenggara - Pel. Kota Bangun - Pel. Melak - Pel. Toko Lima - Pel. Kudungga - Pel. Maloy - Pel. Tanjung Redeb
Capital Cost (/tahun)	Rp 314.105.274	Rp 4.055.806.665

Alternatif Rute	RS 1	RB 2 - RU 5
Operating Cost (/tahun)	Rp 2.282.666.000	Rp 12.659.201.317
Voyage Cost (/tahun)	Rp 801.974.793	Rp 13.666.748.685
Cargo Handling Cost (/tahun)	Rp 262.546.440	Rp 1.049.630.400
Penalty Cost (/tahun)	Rp 5.440.000	Rp 1.260.000
Total Cost (/tahun)	Rp 3.666.732.507	Rp 31.432.647.067

Total biaya untuk kapal pada alternatif rute terpilih yaitu sebesar Rp.3.666.732.507/tahun dan Rp. 31.432.647.067/tahun.

c. Biaya Truk

Truk di sini digunakan untuk mendistribusikan LPG 3 kilogram sudah dalam kemasan tabung. Truk ini untuk mendistribusikan dari *filling station* langsung ke agen atau dari *filling station* ke pelabuhan dan dari pelabuhan ke agen dikarenakan beberapa agen ada yang didistribusikan dengan kapal.

Berikut uraian mengenai biaya distribusi dengan truk :

Tabel 5.19 Biaya Truk pada Rute Terpilih pada Skenario 2

Keterangan	Biaya (/tahun)
<i>filling station</i> - Agen	Rp 26.063.729.167
Jetty Pertamina - Agen	Rp 200.750.707
Pel. Pondong - Agen	Rp 497.615.277
SPPBE Gasindo - Pel. Tenggarong	Rp 1.349.615.872
Pel. Kota Bangun - Agen	Rp 196.923.922
Pel. Melak - Agen	Rp 1.937.696.165
SPPBE Anugrah - Pel. Toko Lima	Rp 3.254.001.847
Pel. Kudungga - Agen	Rp 308.986.642

Ketrangan	Biaya (/tahun)
Pel. Maloy - Agen	Rp 328.699.337
Pel. Tanjung Redeb - Agen	Rp 2.713.659.392
Total Biaya Truk	Rp 36.851.678.329

d. *Inventory Cost*

Inventory Cost (biaya persediaan) terdiri dari 3 komponen yaitu biaya material, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan (*holding cost*). Biaya material bukanlah lingkup dari penelitian ini, sedangkan biaya pemesanan sudah dihitung dalam biaya transportasinya sehingga untuk biaya persediaan hanya komponen biaya penyimpanan (*holding cost*) saja. Biaya penyimpanan yang dianalisis merupakan biaya penyimpanan di masing-masing agen. Berikut hasil dari biaya penyimpanan untuk masing-masing rute kapal dan agen berada dalam radius 60 km dari *filling station* (Depot LPG dan SPPBE) :

Tabel 5.20 Inventory Cost Skenario 2

Rute	<i>Inventory Cost</i> (/tahun)
RS 1	Rp 121.773.425
RB 2 – RU 5	Rp 915.169.424
Agen didistribusikan dengan truk	Rp 940.705.362
Total <i>Inventory Cost</i> Alternatif Rute RS 1, RB 2 - RU 5	Rp 1.977.648.211

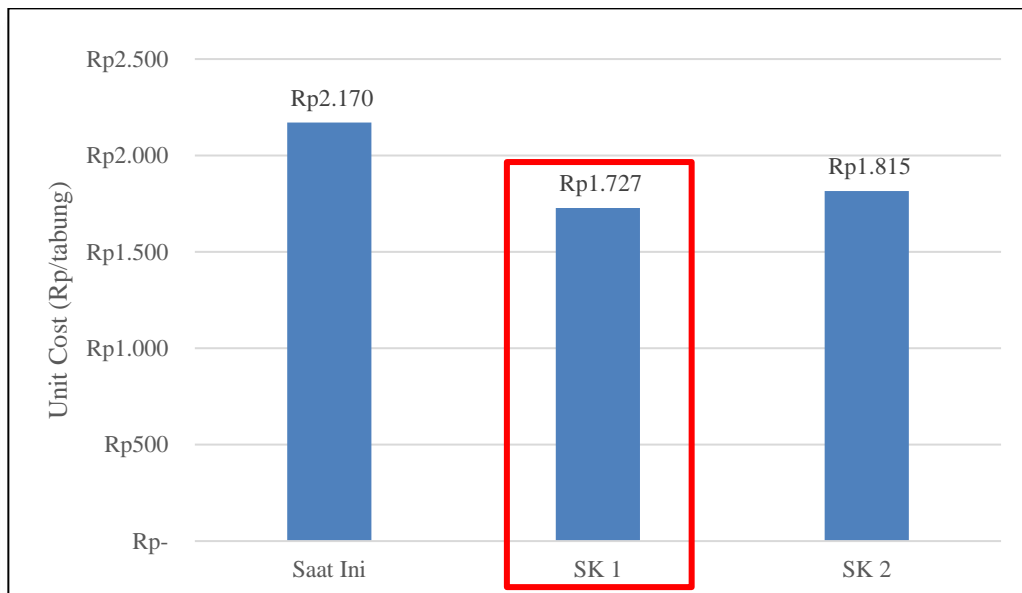
5.4 Perbandingan Unit Cost

Pada sub bab ini *unit cost* saat ini dibandingkan dengan dengan *unit cost* terpilih di setiap skenario. *Unit cost* sendiri merupakan hasil dari pembagian antara total biaya distribusi dengan muatan yang terangkut. Total biaya distribusi terdiri dari 4 komponen biaya yaitu meliputi biaya *skid tank*, biaya kapal, biaya truk dan biaya persediaan (*inventory cost*). Dan berikut merupakan masing-masing komponen biaya baik untuk kondisi saat ini maupun untuk masing-masing rute terpilih di setiap skenario :

Tabel 5.21 Perbandingan Biaya Kondisi Saat Ini dan Skenario

Keterangan	Saat Ini	Skenario 1	Skenario 2
Biaya Skid Tank (Jt-Rp/tahun)	9946	9.946	9.946
Biaya Kapal (Jt-Rp/tahun)	-	38.815	35.099
Biaya Truk (Jt-Rp/tahun)	88.816	29.115	36.852
Biaya Penyimpanan (Jt-Rp/tahun)	1.548	1.943	1.978
Total Biaya (Jt- Rp/tahun)	100.311	79.819	83.875
Muatan Terangkut (tabung/tahun)	46.218.154	46.218.518	46.218.536

Berdasarkan total biaya dan banyaknya muatan yang terangkut sehingga didapatkannya *unit cost* untuk kondisi saat ini maupun untuk masing-masing rute terpilih di setiap skenario, dan berikut perbandingannya :



Gambar 5.8 Grafik Perbandingan Unit Cost

Dari hasil analisis dan perhitungan kemudian didapatkan hasil pada Tabel 5.21 dan untuk perbandingan *unit cost* dapat dilihat pada Gambar 5.8, jika *unit cost* terendah yaitu dalam kotak merah yaitu untuk skenario 1. Skenario 1 yang terpilih dengan alternatif rute RS 1, RB 4, dan RU 5, yang dimaksudkan adalah RS 1 dengan rute Jetty Pertamina - Pel. Pondong, RB 2 dengan rute Pel. Tenggara - Pel. Melak dan RU 5 dengan rute Pel. Toko Lima - Pel. Kudungga - Pel. Maloy - Pel. Tanjung Redeb.

Penggantian alat transportasi dari truk dengan kapal untuk distribusi tabung LPG 3 kilogram ke agen yang jika melalui jalur darat berjarak lebih dari 60 km dari *filling station* terdekat, yaitu diantaranya agen 11, 12, 13, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38 dan 49. Agen-agen tersebut dibedakan berdasarkan letaknya sehingga dibagi menjadi 3 area, di mana agen 11, 12, 13, 33, 34, 35 merupakan agen area disrtibusi utara, untuk agen 36, 37, 38, dan 49 merupakan agen area disrtibusi barat, dan untuk agen 31 merupakan agen area disrtibusi selatan.

Sesuai Peraturan Presiden No. 104 Tahun 2007 tentang tentang penyediaan, pendistribusian, dan penetapan harga LPG tabung 3 kilogram dan Peraturan Menteri ESDM No 26 Tahun 2009 tentang penyediaan dan pendistribusian LPG jika agen berada di radius 60 km dari *filling station* (Depot LPG atau SPPBE), sehingga yang berada di luar radius tersebut tentu biaya distribusinya akan lebih mahal. Selain itu jika distribusi dari *filling station* (Depot LPG atau SPPBE) ke agen yang berada diluar radius 60 km menggunakan truk didapatkan *unit cost* yang lebih mahal jika dibandingkan dengan distribusi yang dibantu dengan menggunakan kapal. Sehingga, dengan skenario dan alternatif rute terpilih tersebut maka distribusi LPG 3 kilogram untuk wilayah Kalimantan Timur lebih murah dan tidak menganalkan infrastruktur darat yang belum memadai.

Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia No.104 Tahun 2007 dan Peraturan Menteri ESDM No. 26 Tahun 2009, jika harga jual LPG 3 kilogram yaitu Rp.4.250/kg. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan biaya distribusi termurah yaitu Rp 1.727/ tabung. Sehingga harga jual LPG 3 kilogram di agen atau sebagai Harga Eceran Tertinggi (HET) yaitu :

$$\begin{aligned} \text{HET} &= \text{Harga jual} + \text{biaya distribusi} \\ \text{HET} &= \text{Rp. 12.750} + \text{Rp. 1.727} \\ \text{HET} &= \text{Rp. 14.477 /tabung} \end{aligned}$$

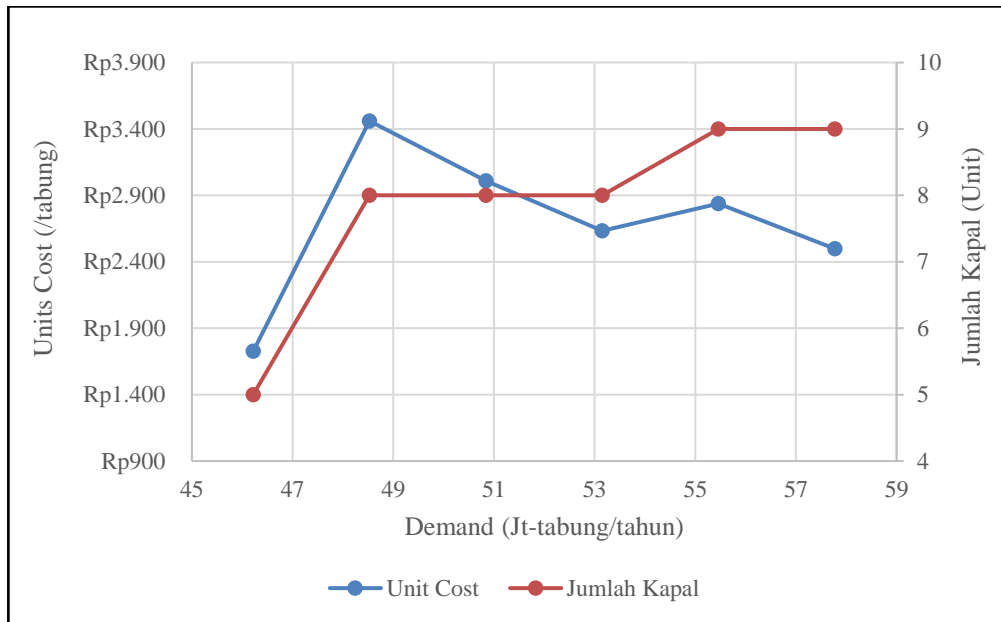
Besarnya biaya distribusi kondisi saat ini sebesar Rp. 2.170/tabung. Jika dibandingkan dengan biaya distribusi terpilih yaitu untuk skenario 1 dengan alternatif rute RS 1, RB 4, dan RU5, maka besar selisih biaya distribusi yaitu 20,4% dari kondisi saat ini. Besarnya permintaan dalam satu tahun yaitu 46,2 Jt-tabung/tahun, sehingga akan menghemat biaya distribusi sebesar 20,5 M-Rp/tahun.

5.5 Analisis Sensitivitas

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai analisis sensitivitas *demand* dan lama waktu tunggu terhadap *unit cost* untuk skenario terpilih yaitu skenario 1.

5.5.1 Demand Terhadap Unit Cost dan Jumlah Kapal

Pada hal ini dilakukan percobaan dengan kenaikan *demand* 10%. Berikut hasil dari analisis sensitivitas *demand* terhadap *unit cost* dan jumlah kapal

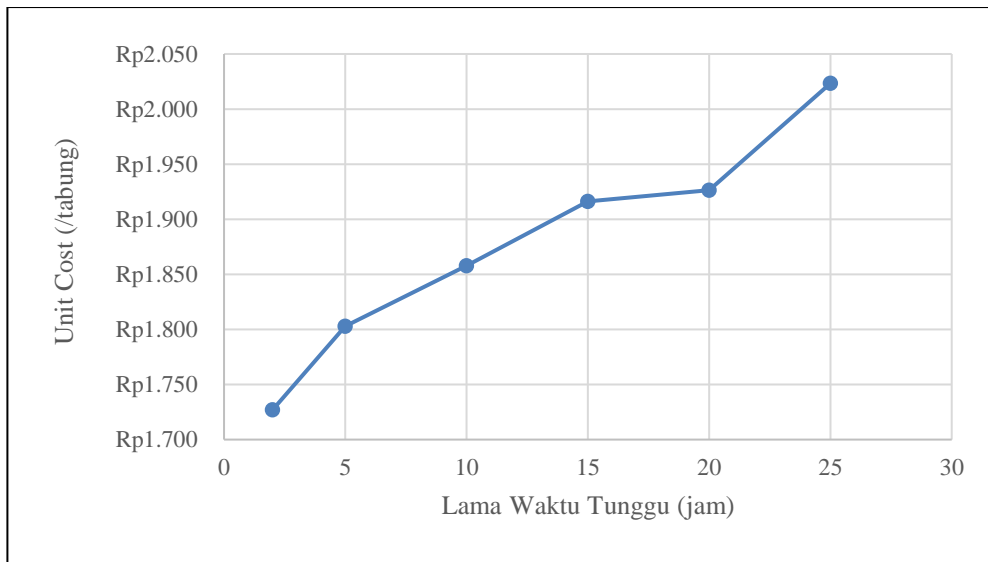


Gambar 5.9 Grafik Analisis Sensitivitas *Demand* Terhadap *Unit Cost* dan Jumlah Kapal

Pada Gambar 5.9 grafik bersifat fluktuatif, di mana *unit cost* naik dan turun yang dipengaruhi oleh *demand*. Kenaikan *demand* membuat *unit cost* cenderung menurun, terdapat kenaikan *unit cost* dikarenakan adanya penambahan kapal untuk memenuhi permintaan, seperti pada *demand* antara 48 Jt-tabung/tahun dan 56 Jt-tabung/tahun.

5.5.2 Lama Waktu Tunggu Terhadap Unit Cost

Analisis sensitivitas pada subbab ini akan melihat besar pengaruh lama waktu tunggu kapal di pelabuhan terhadap *unit cost*. Lama waktu tunggu biasanya disebabkan karena terjadi hujan atau cuaca buruk di pelabuhan ataupun hal lain yang menyebabkan kegiatan bongkar muat di pelabuhan tidak dapat dilakukan. Berikut merupakan hasil dari analisis lama waktu tunggu terhadap *unit cost*.



Gambar 5.10 Grafik Analisis Sensitivitas Lama Waktu Tunggu Terhadap *Unit Cost*

Pada Gambar 5.10 yang merupakan gambar grafik analisis sensitivitas lama waktu tunggu terhadap *unit cost*, di mana semakin besar nilai lama waktu tunggu akan mengakibatkan semakin besar *unit cost* tabung LPG 3 kilogram.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Permintaan LPG 3 kilogram di Kalimantan Timur tahun 2019 adalah sebanyak 46.218.125 tabung yang tersebar ke setiap kota atau kabupaten, yaitu :
 - Kota Balikpapan 10.093.345 tabung
 - Kota Bontang 2.276.870 tabung
 - Berau 2.948.835 tabung
 - Kota Samarinda 11.109.870 tabung
 - Penajam Paser Utara 3.078.045 tabung
 - Paser 2.692.240 tabung
 - Kutai Timur 2.433.820 tabung
 - Kutai Barat 2.352.790 tabung
 - Kutai Kartanegara 8.963.670 tabung
 - Mahakam Ulu 268.640 tabung
2. Untuk pendistribusian LPG 3 kilogram di Kalimantan Timur saat ini, *skid tank* dan truk digunakan sebagai alat transportasinya. *Skid tank* merupakan armada untuk membawa LPG dalam bentuk curah dari Depot ke SPPBE, sedangkan truk digunakan untuk membawa LPG dalam kemasan 3 kilogram dari *filling station* (SPPBE atau Depot LPG) ke agen. Besarnya *unit cost* untuk pendistribusian saat ini sebesar Rp. 2.170/tabung.
3. Untuk pendistribusian LPG 3 kilogram ke agen yang berada di luar radius 60 km dari *filling station* (SPPBE atau Depot LPG), kapal dipilih untuk menggantikan truk. Agen-agen tersebut adalah agen 11, 12, 13, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38 dan 49. Besar *unit cost* minimum untuk pendistribusian dengan kapal sebesar Rp. 1.727/tabung. Penggantian alat transportasi tersebut mengakibatkan penurunan biaya distribusi 20,4% dari kondisi saat ini, untuk melayani permintaan sebesar 46,2 Jt-tabung/tahun, sehingga penghematan biaya distribusi LPG 3 kilogram sebesar 20,5 M-Rp/tahun.

6.2 Saran

Berdasarkan pengamatan penulis selama pencarian data, pengolahan data, serta analisis perhitungan, maka ada beberapa saran apabila ada yang mencoba mengembangkan penelitian ini. Saran-saran tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan studi lanjut tentang distribusi LPG dengan menggunakan variasi jenis kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Chopra, & Meindl. (2016). *Managing Economics of Scale in a Supply Chain : Cycle Inventory*. US.
- Hamsyah, J. (2016). *Pemetaan Pelabuhan Dari Samarinda ke Kabupaten Mahakam Ulu*. SAMARINDA: Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.
- Isnantoyo, F. A. (2016). Model Transportasi Laut Untuk Mendukung Manajemen Rantai Pasok : Studi Kasus Komoditas Ayam Beku dari Surabaya ke Indonesia Timur. *Jurnal Teknik*, 4.
- Julianto, T. (2016). *Penentuan Ditribution Route Tabung Gas LPG 3 Kilogram Menggunakan Saving Matrix*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Kaltim, P. (2019). *Percepatan Pembangunan Infrastruktur*. Retrieved from kaltimprov.go.id: <https://kaltimprov.go.id/halaman/infrastruktur>
- Kusuma, A. C. (2018). *Analisis Struktur Biaya Angkutan Semen Menuju Kebijakan Satu Harga*. Surabaya: ITS.
- Nilatama, F. G. (2020). *Analisis Perbandingan Pengangkutan Pupuk Meggunakan Bulk Carrier, General Cargo, Petikemas : Studi Kasus PT. Pupuk Kaltim*. Surabaya: ITS.
- NN. (2012, November). *Stasiun Bahan Bakar Gas*. Retrieved from bahanbakarminyak: <https://bahanbakarminyak.wordpress.com/category/sppek/>
- Pertamina. (2019, Januari). *Pertamina Lakukan Sidak Mobil Tangki dan Skid Tank*. Retrieved from Pertamina News: <https://www.pertamina.com/id/news-room/energia-news/pertamina-lakukan-sidak-mobil-tangki-dan-skid-tank>
- Pertamina. (2019). *Refinery Unit V Balikpapan*. Retrieved from Pertamina Persero: <https://www.pertamina.com/id/refinery-unit-v-balikpapan>
- Pertamina. (2020, Januari 24). Retrieved from <https://www.pertamina.com/id/news-room/energia-news/jelang-imlek-pertamina-tambah-pasokan-lpg-3-kg-di-pontianak-dan-singkawang>
- Rizqi. (2019, Desember 27). *Ternyata Tabung Gas yang Meledak Itu Tanpa Segel*. Retrieved from PRO Kalimantan Timur: <https://kaltim.prokal.co/read/news/365013-ternyata-tabung-gas-yang-meledak-itu-tanpa-segel.html>

- Septavindo, K. A. (2019). *Analisis Implementasi Integrasi Layanan Angkutan Sungai : Studi Kasus Wilayah Kalimantan Timur*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Statistika, B. P. (2019). Provinsi Kalimantan Timur Dalam Angka. In *Provinsi Kalimantan Timur Dalam Angka*. Kalimantan Timur: BPS Provinsi Kalimantan Timur.
- Sulindra, Y. (2010). *Analisis Fasilitas Pelayanan Pada Pengisian LPG Di Depot Tanjung Priok Berdasarkan Teori Antrian*. Depok: Universitas Indonesia.
- Syukur, M. H. (2011). Penggunaan LPG : Upaya Mengurangi Kecelakaan Akibat LPG. *Forum Teknologi*, 4.
- Wartono, R. (2019, Februari 24). *Harga LPG 3 Kg di Paser Capai Rp.50.000*. Retrieved from ANTARA NEWS BIRO KALTIM: <https://kaltim.antaranews.com/berita/51446/harga-lpg-3-kg-di-paser-capai-rp50000>
- Wergeland. (1997). *Shipping*. Netherlands: Delf University Press.
- Wikipedia. (2018, Mei 01). *Tongkang*. Retrieved from Wikipedia: <https://id.wikipedia.org/wiki/Tongkang#:~:text=Tongkang%20atau%20Ponton%20adalah%20suatu,surut%20seperti%20pada%20dermaga%20apung>.
- Wikipedia. (2019, Maret). *Kilang Minyak*. Retrieved from Wikipedia: https://id.wikipedia.org/wiki/Kilang_minyak
- Zumar, V. V., & Hasanudin. (2018). Desain Multipurpose Landing Craft Tank (LCT) Menggunakan Metode Optimisasi Global dan Lokal. *Jurnal Teknik ITS*, 1.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Volume Permintaan LPG 3 Kilogram

Lampiran 2. Data Jarak *Filling Station* (SPPBE atau Depot LPG) ke Agen

Lampiran 3. Data Rute Kapal

Lampiran 4. Jarak Antar Pelabuhan

Lampiran 5. Tarif Jasa Pelayanan Kapal di Pelabuhan

Lampiran 6. Contoh Perhitungan Kapal

Lampiran 7. Perhitungan Biaya Kapal

Lampiran 8. Perhitungan Inventory Cost

Lampiran 9. Rekapitan Hasil Optimasi Setiap Rute

Lampiran 1. Volume Permintaan LPG 3 Kilogram

Adapun realisasi konsumsi LPG 3 kg di Kalimantan hingga minggu ke-2 Januari 2020				
No	Wilayah	Kons. tabung/2 minggu	Kons. kg/hari	Kons. Ton/hari
1	Kalimantan Barat	2.013.000	431.357	431
2	Kalimantan Tengah	784.000	168.000	168
3	Kalimantan Selatan	1.498.000	321.000	321
4	Kalimantan Timur	1.772.666	379.857	380
5	Kalimantan Utara	179.333	38.429	38
Total		6.246.999	1.338.643	1.339

Indeks Konsumsi LPG	
Jumlah KK tahun 2019	742.768
Konsumsi Tabung LPG	1.772.666 tabung/2minggu
	2 tabung/2minggu/KK
	1 tabung/minggu/KK
	0,17 tabung/hari/KK

Permintaan LPG 3 Kilogram di Kalimantan Timur				
No	Kabupaten	Jumlah KK	Konsumsi tabung/hari	Konsumsi tabung/tahun
1	Paser	43.263	7.376	2.692.240
2	Kutai Barat	37.810	6.446	2.352.790
3	Kutai Kartanegara	144.056	24.558	8.963.670
4	Kutai Timur	39.114	6.668	2.433.820
5	Berau	47.387	8.079	2.948.835
6	Penajam Paser Utara	49.468	8.433	3.078.045
7	Mahakam Ulu	4.312	736	268.640
8	Kota Balikpapan	162.212	27.653	10.093.345
9	Kota Samarinda	178.553	30.438	11.109.870
10	Kota Bontang	36.593	6.238	2.276.870
Total			tabung/tahun	46.218.125
			ton/tahun	138.654
			Ton/day	380

DEMAND				
No Agen	Nama	Wilayah Penyaluran	Presentase Demand	Demand (Tabung/tahun)
1	PT.Anugrah Adiwira Sejahtera	Balikpapan	2,73%	1.261.669
2	PT.Global Abadi Jaya	Balikpapan	2,73%	1.261.669
3	PT.Minyak Tanah Nyingan	Balikpapan	2,73%	1.261.669
4	PT.Perdib Balikpapan	Balikpapan	2,73%	1.261.669
5	PT.Putra Seratai	Balikpapan	2,73%	1.261.669
6	PT.Telaga Warih	Balikpapan	2,73%	1.261.669
7	PT.Dalle Na Makanja	Balikpapan	2,73%	1.261.669
8	PT. Labu Surya Bersaudara	Balikpapan	2,73%	1.261.669
9	PT. Akawi Usaha Mandiri	Bontang	2,46%	1.138.435
10	PT. Pantai Subur	Bontang	2,46%	1.138.435
11	Koperasi Bhakti Husada	Berau	2,13%	982.945
12	PT.Gunung Padai	Berau	2,13%	982.945
13	PT.Prima Karya Jaya	Berau	2,13%	982.945
14	PT. Kaltimprima Mulia Sarie	Samarinda	1,72%	793.563
15	PT. Mitra Manau Abadi	Samarinda	1,72%	793.563
16	KUD Kopta	Samarinda	1,72%	793.563
17	PT Surya Bakti indah	Samarinda	1,72%	793.563
18	PT.Cahaya Mandiri Setia	Samarinda	1,72%	793.563
19	PT Cahaya Arif Setia	Samarinda	1,72%	793.563
20	PT Cahya Patra Buana	Samarinda	1,72%	793.563
21	PT Patra Gemilang	Samarinda	1,72%	793.563
22	PT Panco Ario Putro	Samarinda	1,72%	793.563
23	PT. Ranu	Samarinda	1,72%	793.563
24	PT.Arus Cipta Eriady	Samarinda	1,72%	793.563
25	PT.Muara Bangun Jaya	Samarinda	1,72%	793.563
26	PT. Rizki Tsabit Ihsani	Samarinda	1,72%	793.563
27	PT. Semoga Bustani Jaya	Samarinda	1,72%	793.563
28	PT.Hantoyo Mandiri Utama	PPU	2,22%	1.026.015
29	PT.Ardita Paser Utama	PPU	2,22%	1.026.015
30	PT.Falisa Bersama	PPU	2,22%	1.026.015
31	PT.Achdian Nurhas	Paser	2,91%	1.346.120
32	PT.Habi Jaya	Paser	2,91%	1.346.120
33	PT.Haedir Ismail Bersaudara	Kutai Timur	1,76%	811.274
34	PT.Badjuber Bersaudara	Kutai Timur	1,76%	811.274
35	PT. Lautan Mas Berlian	Kutai Timur	1,76%	811.274
36	PT.Citra Rama Vasya	Kutai Barat	1,70%	784.264
37	PT.Mutiara Mahakam Abadi	Kutai Barat	1,70%	784.264
38	PT. Anggrek Kersik Luwai	Kutai Barat	1,70%	784.264
39	PT. Falah Haidar	KuKar	1,83%	844.817
40	PT. Putra Handil Pratama	KuKar	1,83%	844.817
41	KUD.Rukun Makmur	KuKar	1,83%	844.817
42	PT. Manau Nyaheng Abadi	KuKar	1,83%	844.817
43	PT.Tri Pribumi Sejati	KuKar	1,83%	844.817
44	PT Nararya	KuKar	1,83%	844.817
45	PT Parama Sythra Citraperkasa	KuKar	1,83%	844.817
46	PT Bahtera Jaya Sejahtera	KuKar	1,83%	844.817
47	PT. Kota Bangun Mulia	KuKar	2,94%	1.360.323
48	PT. Ismail Mandiri Sejahtera	KuKar	1,83%	844.817
49	SPBU Pertamina (Ujoh Bilang)	Mahakam Ulu	0,58%	268.640

Lampiran 2. Data Jarak *Filling Station* (SPPBE atau Depot LPG) ke Agen

JARAK		Jahr Laut Lebih dr 60 km	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	10	11	12	13				
JARAK		Kota/Kabupaten Agen No. Agen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13						
<i>filling station</i>	1	Titian	116	122	124	125	123	117	123	104	Bontang		Berau		13						
	2	Anugrah	121	127	129	130	128	123	129	124	106	105	540	503	536						
	3	Gasindo	122	128	130	131	129	124	130	125	79	80	485	485	518						
	4	Depot	5,2	5,1	5,7	12	6,4	5,2	7,0	4,1	97	97,5	548	511	544						
		min jarak	5	5	6	12	6	5	7	4	224	225	675	639	672						
		filling station terdekat	Depot	Depot	Depot	Depot	Depot	Depot	Depot	Depot	Anugrah	Anugrah	Anugrah	Anugrah	Anugrah						
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			Samarinda										PPU								
			14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
			9,2	11	4,9	6,4	6,4	6,2	12,5	9,5	9	19,6	10	5,5	7,8	5,1	122	147	141		
			23	39	18	18	18	18	19	26	17	44	17	19	21	13	136	161	155		
			15	23	8,9	11	12	12	12	19	15	72	16	12	14	15	128	153	147		
			142,0	151,0	136,0	140,0	141,0	141,0	141,0	147,0	143,0	201,0	144,0	140,0	142,0	143,0	5,8	35	14		
			9	11	5	6	6	6	12	10	9	20	10	6	8	5	6	35	14		
			Titian	Titian	Titian	Titian	Titian	Titian	Gasindo	Titian	Titian	Titian	Titian	Titian	Titian	Titian	Depot	Depot	Depot		
			31	-	33	34	35	36	37	38	-	-	-	-	-	-	47	-	49		
			1	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1		
			Paser	Kutai Timur			Kutai Barat			Kutai Kartanegara							Mahakam Ulu				
			31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
			271	149	167	278	278	324	307	323	117	59	18	55	6,4	28,7	28,8	21	108	30	458
			286	163	149	272	272	340	323	337	123	68	28	22,2	19,9	24	24,2	24,1	132,0	25,6	469
			278	155	175	298	298	315	298	312	124	85	13,3	41	25	20,5	20,5	35,0	95,1	32,0	450
			167	45	303	426	426	440	395	435	5	213	141	169	152	150	148	157	215	158	608
			167	45	149	272	272	315	298	312	5,4	59	13	22	6	21	21	21	95	26	450
			Depot	Depot	Anugrah	Anugrah	Anugrah	Gasindo	Gasindo	Gasindo	Depot	Titian	Gasindo	Anugrah	Titian	Gasindo	Gasindo	Titian	Gasindo	Anugrah	Gasindo

Lampiran 3. Data Rute Kapal

Area Distribusi Barat					
Alternatif Rute	Asal	Tujuan			Demand (tabung/tahun)
		No Agen	Wilayah Agen	Pelabuhan	
Rute 1	Pelabuhan Tenggara	47	Kota Bangun Muara Muntai Muara Wis Kenohan Kembang Janggut Tabang	Pel. Kota Bangun, Kutai Kartanegara	1.360.323
		36 37 38	Kutai Barat Kutai Barat Kutai Barat	Pel. Melak	2.352.790
		49	Mahakam Ulu	Pel. Ujoh Bilang	268.640
		47	Kota Bangun Muara Muntai Muara Wis Kenohan Kembang Janggut Tabang	Pel. Kota Bangun, Kutai Kartanegara	1.360.323
Rute 2	Pelabuhan Tenggara	36 37 38 49	Kutai Barat Kutai Barat Kutai Barat Mahakam Ulu	Pel. Melak	2.621.430
		36 37 38	Kutai Barat Kutai Barat Kutai Barat	Pel. Melak	2.352.790
		49	Mahakam Ulu	Pel. Ujoh Bilang	268.640
		36 37 38 49	Kutai Barat Kutai Barat Kutai Barat Mahakam Ulu	Pel. Melak	2.621.430
Rute 3	Pelabuhan Tenggara	36 37 38	Kutai Barat Kutai Barat Kutai Barat	Pel. Melak	2.352.790
		49	Mahakam Ulu	Pel. Ujoh Bilang	268.640
Rute 4	Pelabuhan Tenggara	36 37 38 49	Kutai Barat Kutai Barat Kutai Barat Mahakam Ulu	Pel. Melak	2.621.430

Area Distribusi Selatan					
Alternatif Rute	Asal	Tujuan			Demand (tabung/tahun)
		No Agen	Wilayah Agen	Pelabuhan	
Rute 1	Jetty Pertamina	31	Paser	Pel. Pondong	1.346.120

Area Distribusi Utara					
Alternatif Rute	Asal	Tujuan			Demand (tabung/tahun)
		No Agen	Wilayah Agen	Pelabuhan	
Rute 1	Pelabuhan Toko Lima	9	Bontang	Pel. Lok Tuan	2.276.870
		10	Bontang		
		33	Kutai Timur	Pel. Kudungga	811.274
		34	Kutai Timur	Pel. Maloy	1.622.546
		35	Kutai Timur		
11	Berau	Pel. Tanjung Redeb	2.948.835		
12	Berau				
13	Berau				
Rute 2	Pelabuhan Toko Lima	9	Bontang	Pel. Lok Tuan	2.276.870
		10	Bontang		
		33	Kutai Timur	Pel. Kudungga	811.274
		34	Kutai Timur	Pel. Maloy	4.571.381
		35	Kutai Timur		
11	Berau				
12	Berau	Pel. Tanjung Redeb	2.948.835		
13	Berau				
Rute 3	Pelabuhan Toko Lima	9	Bontang	Pel. Lok Tuan	2.276.870
		10	Bontang		
		33	Kutai Timur	Pel. Maloy	2.433.820
		34	Kutai Timur		
		35	Kutai Timur		
11	Berau	Pel. Tanjung Redeb	2.948.835		
12	Berau				
13	Berau				
Rute 4	Pelabuhan Toko Lima	9	Bontang	Pel. Lok Tuan	2.276.870
		10	Bontang		
		33	Kutai Timur	Pel. Maloy	5.382.655
		34	Kutai Timur		
		35	Kutai Timur		
11	Berau	Pel. Tanjung Redeb	2.948.835		
12	Berau				
13	Berau				
Rute 5	Pelabuhan Toko Lima	33	Kutai Timur	Pel. Kudungga	811.274
		34	Kutai Timur	Pel. Maloy	1.622.546
		35	Kutai Timur		
		11	Berau	Pel. Tanjung Redeb	2.948.835
		12	Berau		
13	Berau				
Rute 6	Pelabuhan Toko Lima	33	Kutai Timur	Pel. Maloy	2.433.820
		34	Kutai Timur		
		35	Kutai Timur		
		11	Berau	Pel. Tanjung Redeb	2.948.835
		12	Berau		
13	Berau				

Lampiran 4. Jarak Antar Pelabuhan

JARAK ANTAR PELABUHAN									
Jarak (km)	Pel. Tenggara	Pel. Kota Bangun	Pel. Melak	Pel. Ujoh Bilang, Long	Pel. Toko Lima	Pel. Lok Tuan	Pel. Kudungga	Pel. Maloy	Pel. Tanjung Redeb
Pel. Tenggara	0	118	281	515	82	150	180	245	562
Pel. Kota Bangun	118	0	163	397	200	268	298	363	680
Pel. Melak	281	163	0	234	363	431	461	526	843
Pel. Ujoh Bilang,	515	397	234	0	597	665	695	760	1077
Pel. Toko Lima	82	200	363	597	0	68	98	163	480
Pel. Lok Tuan	150	268	431	665	68	0	50	124	514
Pel. Kudungga	180	298	461	695	98	50	0	85	50
Pel. Maloy	245	363	526	760	163	124	85	0	390
Pel. Tanjung Redeb	562	680	843	1077	480	514	50	390	0

Lampiran 5. Tarif Jasa Pelayanan Kapal di Pelabuhan

Biaya Pelabuhan Non Komersil			
Keterangan	Satuan	Biaya	
Labuh			
Kelas 1	per GT/kunjungan	Rp	61
Kelas 2		Rp	55
Kelas 3		Rp	50
Tambat			
Tambatan dermaga (besi, beton, kayu)			
Kelas 1	per GT/Etmal	Rp	46
Kelas 2		Rp	42
Kelas 3		Rp	38
Tambatan pinggiran/talud			
Kelas 1		Rp	16
Kelas 2		Rp	14
Kelas 3		Rp	13
Sumber : Peraturan Pemerintah No. 15 Tahun 2016 Tentang Jenis dan Tarif Atas Jenis Penerimaan Bukan Pajak Yang Berlaku Pada Kementerian Perhubungan			

Lampiran 6. Contoh Perhitungan Kapal (RB 4)

Jenis Kapal

LCT

Rute Kapal Pel. Tenggarong - Pel. Kota Bangun - Pel. Melak - Pel. Mahakam Ulu

Nama Pelabuhan	Jarak (km)	Muatan (tabung/tahun)	AT+WT+IT(Jam/call)	T maks (m)	Kec. B/M (tabung/jam)
Pel. Tenggarong	0	2.621.432	2	1,82	2000
Pel. Melak	281	2.621.432	2	1,82	2000
Pel. Tenggarong	281				

Variabel	minimum	Value	maximum	unit
Lpp	22,50	41,68	65,76	m
B	6,16	8,27	12,40	m
H	2,31	2,31	2,99	m
T	1,20	1,50	1,82	m

Unit Cost Rp 2.261
Total Biaya Rp 5.928.351.979

Variabel	minimum	Value	maximum
L/B	3,65	5,04	5,30
L/T	14,59	27,87	33,12
B/T	3,86	5,53	6,82
L/H	9,73	18,03	22,01
B/H	2,67	3,58	4,52
T/H	0,51	0,65	0,84

Batasan	minimum	value	maksimum
Freeboard	0,21	0,82	

Kriteria IMO	minimum	value
1. $e_{30^\circ} \geq$	0,055	5,13
2. $e_{40^\circ} \geq$	0,09	4,77
3. $e_{30-40^\circ} \geq$	0,03	0,35
4. $h_{30^\circ} \geq$	0,2	32,45
5. $\theta_{max} \geq$	25	41,86
6. $GM_0 \geq$	0,15	67,49

Batasan	minimum	value	maksimum
Koreksi Displacement	0%	0,0%	5%
Frekuensi	0	160,00	160

Biaya Penalti Muatan				
Sisa Muatan	=		8	tabung
Tarif Penalti	=	Rp	20.000	per tabung
Total Biaya Penalti	=	Rp	160.000	

DATA PENDUKUNG			
Jumlah hari	=	365	hari
Hari Kerja	=	330	hari
Kecepatan Dinas	=	10	knot
Kecepatan Ballast	=	11	knot
Harga MFO	=	Rp 7.400	/liter
Harga HSD	=	Rp 7.700	/liter
Kurs	=	Rp 14.654	30/05/2020
Umur Kapal		20	thn

DIMENSI AWAL :			
Payload (0)	=	16384	tabung
DWT	=	137,65	ton
LPP	=	41,682	m
B	=	8,275	m
H	=	2,312	m
T	=	1,495	m
GT	=	246	
Total yang diangkut kapal (tabung/tahun)	2.621.440	>=	2.621.432

ROUNDTRIP			
> Seatime			
Pel.Tenggarong - Pel. Melak	=	15,17	jam
Pel. Melak - Pel. Tenggarong	=	13,79	jam
Total Seatime	=	28,97	jam
	=	1,21	hari
> Porttime			
Pel. Tenggarong	=	10,19	jam
Pel. Melak	=	10,19	jam
Total Porttime	=	20,38	jam
	=	0,85	hari
Roundtrip Time	=	49,35	jam
	=	2,06	hari
Frekuensi by Trip	=	160,00	kali
Jumlah Kapal	=	1,00	kapal
Muatan per Kapal	=	16384	tabung
Frekuensi Sebenarnya	=	160,00	kali

Presentase Payload		jumlah tabung/trip	jumlah agen	kapasitas gudang
Pel. Melak	100%	16.384	3	18.300

Kapal Pembanding

Nama Kapal	DWT	Lpp	B	H	T	L/B	L/T	B/T	L/H	B/H	T/H
S.Harapan XVIII	48	22,5	6,07	1,72	1,2	3,71	18,75	5,06	13,08	3,53	0,70
Harapan II	116	26,1	6,10	1,80	1,40	4,28	18,64	4,36	14,50	3,39	0,78
Harapan Jaya XII	168	29,3	7,5	1,8	1,4	3,91	20,93	5,36	16,28	4,17	0,78
S.Harapan Makmur II	105	25,2	6,08	1,75	1,41	4,14	17,87	4,31	14,40	3,47	0,81
Perintis Prima	124	28,2	6,25	1,83	1,53	4,51	18,43	4,08	15,41	3,42	0,84
Total IV	357	29,2	8	3	1,54	3,65	18,96	5,19	9,73	2,67	0,51
Lestari Anugerah Perdana	466	43,2	9,00	3,00	1,54	4,80	28,05	5,84	14,40	3,00	0,51
Cipta Harapan XVI	505	51	10,50	3,00	1,54	4,86	33,12	6,82	17,00	3,50	0,51
Harapan Perdana 99	524	47,2	9,10	3,00	1,54	5,19	30,65	5,91	15,73	3,03	0,51
Lestari Abadi II	248	36,25	8,00	2,15	1,60	4,53	22,66	5,00	16,86	3,72	0,74
Sarana Utama Jaya	273	38,75	7,8	2,1	1,6	4,97	24,22	4,88	18,45	3,71	0,76
Lestari Abadi	232	33,84	7,50	2,20	1,70	4,51	19,91	4,41	15,38	3,41	0,77
Harapan III	233	32,5	7,5	2,2	1,7	4,33	19,12	4,41	14,77	3,41	0,77
Harapan 5	242	32,2	7,5	2,25	1,74	4,29	18,51	4,31	14,31	3,33	0,77
Harapan Perdana VIII	298	33,6	8,5	2,65	1,8	3,95	18,67	4,72	12,68	3,21	0,68
Total I	253	29,5	7,70	2,36	1,84	3,83	16,03	4,18	12,50	3,26	0,78
Total III	262	38,2	8	2,4	1,9	4,78	20,11	4,21	15,92	3,33	0,79
Cipta Harapan IX	1000	59,44	12,20	2,70	1,90	4,87	31,28	6,42	22,01	4,52	0,70
Malinda Mandiri	291	36,38	8,5	2,44	1,94	4,28	18,75	4,38	14,91	3,48	0,80
Cipta Harapan VI	364	44,05	9	2,6	1,99	4,89	22,14	4,52	16,94	3,46	0,77
Total II	229	29,9	8	2,78	2,05	3,74	14,59	3,90	10,76	2,88	0,74
Lestari Abadi 01	479	44,43	9,15	2,75	2,05	4,86	21,67	4,46	16,16	3,33	0,75
Lestari Abadi 05	457	47,5	9,00	2,80	2,09	5,28	22,73	4,31	16,96	3,21	0,75
Perkasa Prima 03	683	58,35	11,00	3,00	2,11	5,30	27,65	5,21	19,45	3,67	0,70
Perkasa Prima 5	683	51,41	11,5	3	2,29	4,47	22,45	5,02	17,14	3,83	0,76
Perkasa Prima	661	52,6	11	3	2,31	4,78	22,77	4,76	17,53	3,67	0,77
Usaha Anugerah Perdana	466	43,3	9	3	2,33	4,81	18,58	3,86	14,43	3,00	0,78
Lestari Abadi 03	664	48,93	11,00	3,00	2,33	4,45	21,00	4,72	16,31	3,67	0,78
Sinar Harapan No.2	537	42,4	10	3	2,4	4,24	17,67	4,17	14,13	3,33	0,80
Cipta Harapan XII	850	61,8	12,3	3,05	2,45	5,02	25,22	5,02	20,26	4,03	0,80
Perkasa Prima 7	1200	59,55	12,2	3,3	2,49	4,88	23,92	4,90	18,05	3,70	0,75
Cipta Harapan 89	1014	63,2	12,7	3,3	2,6	4,98	24,31	4,88	19,15	3,85	0,79
Cahaya Jaya	1064	61,5	13,5	3,36	2,6	4,56	23,65	5,19	18,30	4,02	0,77
Cipta Jaya Harapan 09	1272	67	13,70	3,60	2,64	4,89	25,38	5,19	18,61	3,81	0,73
Cipta Harapan XI	1355	72,7	15	3,6	2,64	4,85	27,54	5,68	20,19	4,17	0,73
Perkasa Prima 8	1107	63	13,5	3,6	2,7	4,67	23,33	5,00	17,50	3,75	0,75
Cipta Jaya Harapan 10	1560	63,45	14,80	3,80	2,77	4,29	22,91	5,34	16,70	3,89	0,73
Cipta Jaya Harapan VII	1531	67,39	14,4	4	2,79	4,68	24,15	5,16	16,85	3,60	0,70
Harapan Perdana I	1909	77,23	16,2	4	2,79	4,77	27,68	5,81	19,31	4,05	0,70
Harapan Prima II	1343	71	13,4	4	2,92	5,30	24,32	4,59	17,75	3,35	0,73
MIN		22,50	6,07	1,72	1,20	3,65	14,59	3,86	9,73	2,67	0,51
MAX		77,23	16,20	4,00	2,92	5,30	33,12	6,82	22,01	4,52	0,84
						L/B	L/T	B/T	L/H	B/H	T/H

PERHITUNGAN KOEFISIEN

LPP =	41,68 m	1 knot	0,514 m/s	1,852 km/jam
B =	8,27 m	10 knot	5,144 m/s	18,52 km/jam
H =	2,31 m	11 knot	5,6584 m/s	20,372 km/jam
T =	1,50 m			
Vs =	10,00 knot			
	5,144 m/s			

Perhitungan Froude Number

$F_n = V_s / \sqrt{g \cdot L_{wl}}$; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$	$\rho = 1 \text{ ton/m}^3$
= 0,25	; $0,15 \leq F_n \leq 0,3$	
LWL = 104% · LPP		
= 43,349 m		

Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

1. Koefisien Blok (Watson & Gilfillan)

Parametric Ship Design hal. 11-11

$$C_b = -4,22 + 27,8 \cdot \sqrt{F_n} - 39,1 \cdot F_n + 46,4 \cdot F_n^3$$

$$= 0,631$$

6. Longitudinal Center of Bouyancy

a. LCB (%)

Parametric Ship Design hal. 11 - 19

$$LCB = (-13,5) + 19,4 \cdot C_p$$

$$= -0,996 \% \text{ LPP}$$

2. Koefisien Luas Midship (Series '60)

Parametric Ship Design hal. 11 - 12

$$C_M = 0,977 + 0,085 \cdot (C_b - 0,6)$$

$$= 0,980$$

b. LCB dari M $\frac{LCB (\%)}{100} \cdot L_{PP}$

$$LCB =$$

$$= -0,4150938 \text{ m didepan M}$$

3. Koefisien Prismatic

$$C_P = C_{B/C_M}$$

$$= 0,645$$

c. LCB dari FP

$$LCB = 0,5 \cdot L_{PP} - L_{CBM}$$

$$= 21,26 \text{ m dari FP}$$

d. LCB dari AP

$$LCB = 0,5 \cdot L_{pp} + L_{CBM}$$

$$= 20,42570288 \text{ M dari AP}$$

4. Koefisien Bidang Garis Air

$$C_{WP} = 0,262 + 0,810 \cdot C_p \quad \text{twin screw, transom stern}$$

$$= 0,784$$

Parametric Ship Design hal. 11 - 16

5. Panjang Garis Air

$$LWL = 104\% \cdot LPP$$

$$= 43,349 \text{ m}$$

7. Volume Displasemen (m3)

$$\nabla = L_{wl} \cdot B \cdot T \cdot C_B$$

$$= 339 \text{ m}^3$$

8. Displasemen (ton)

$$\Delta = \nabla \times \rho$$

$$= 339 \text{ ton}$$

Perhitungan Hambatan

Ukuran Utama

LPP = 41,682 m
 LWL = 43,349 m
 B = 8,275 m
 H = 2,312 m
 T = 1,495 m
 CB = 0,631
 CM = 0,980
 CP = 0,645
 CWP = 0,784
 Fn = 0,249
 Cstern = 0 <=> Normal section shape
 VS = 5,144 m/s

Choice No.	Cstern	Used For
1	-25	Pram with Gondola
2	-10	V - Shaped sections
3	0	Normal section shape
4	10	U-shaped section with Hogner stern

Perhitungan :

1. Viscous Resistance (Hambatan Kekentalan)

CFO (Koefisien Tahanan Gesek) / (Friction Coefficient - ITTC 1957)
 $R_n = \frac{L_{wL} \cdot V^{\frac{1}{4}}}{\nu}$ $\nu = 1,18831 \cdot 10^{-6} (G)$
 = 187650126 *Principle of Naval Architecture Vol II hal 13*

CFO = $\frac{0,075}{(\log R_n - 2)^2}$
 = 0,001906

1+k1 (form factor of bare hull)
 $c = 1 + (0,11 \cdot C_{stern})$ $c_{stern} = 0$, karena bentuk Afterbody normal
 $\llcorner = 1$
 $LR/L = 1 - C_p + \frac{0,06 C_p \cdot LCB}{(4C_p - 1)}$
 = 0,876
 $LWL3/V = \frac{[L_{wL}]^3}{(L_{PP} \cdot B \cdot T \cdot C_B)}$
 = 250,105

Principle of Naval Architecture vol II hal 91
 $1+k1 = \left(\frac{0,188}{0,05+0,001} \left(\frac{L}{L_{wL}} \right)^{\frac{0,188}{L}} \left(\frac{L}{L_{wL}} \right)^{\frac{0,188}{L}} \left(\frac{L}{L_{wL}} \right)^{\frac{0,188}{L}} \right)^{0,838} \cdot \left(\frac{L}{L_{wL}} \right)^{0,838}$
 = 1,196

2. Appendages Resistance

5 (Wetted Surface Area)
Principle of Naval Architecture Vol II hal 91
 $S = \frac{L}{2T} + B \cdot C_M^{0,4} (0,4530 + 0,4425 C_B - 0,2862 C_M - 0,008467 B/T + 0,3696 C_{wp}) + 2,38 A_{pp} / C_B$
 = 26,354
 ABT = 0 ; tanpa bulbous bow

Srudder = 2 · (C₁ · C₂ · C₃ · C₄ · 1,75 · L · PP · T / 100)
 = 2,182 *BKI Vol II hal 14-1*

Sbilgekeel = 4 · (0,6 · C_B · L · PP) · (0,18 / (C_B · B - 0,2))
 = 26,354

Sapp = Srudder + Sbilgekeel
 = 28,535

Stotal = S + Sapp $(\nabla^{1/3}) / L_{wL}$
 = 377,838

1 + k2 = (1,5 · S_{rudder} + 1,4 · S_{bilgekeel}) / (S_{rudder} + S_{bilgekeel})
 = 1,408

1+k2 = *Principle of Naval Architecture Vol II hal 92*
 $1+k2 = (1+k_1) + ((1+k_2) - (1+k_1)) \cdot S_{app} / S_{total}$
 = 1,212

Grafik Hubungan antara Froude Number dan Koefisien Blok untuk menentukan perlu atau tidaknya pemakaian Bulbous Bow
 Practical Ship Design Hal 233

Sumbu x = CB = 0,631
 Sumbu y = Fn = 0,249

Perhatian!
 Dari grafik dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan bulbous bow, hanya mengurangi 5-10% hambatan kapal. Oleh karena itu penggunaan bulbous bow pada kapal ini tidak direkomendasikan. Dan juga pertimbangan adanya ramp door di forecstle.

3. Wave Making Resistance

C1 *Principle of Naval Architecture Vol II hal*
 $B/LWL = 0,191$
 $C4 = 0,191$; karena $0,11 < B/LWL \leq 0,25$
 $Ta = 1,495$ m **Even Keel (T=Ta-Tf)**
 $Tf = 1,495$ m
 le = half angle of entrance at the load waterline ; *PNA Hal 9:*
 $= 12,567 \frac{B}{L} - 16,225 C_p^2 + 23,432 C_p^3 + 0,155 \left(LCB \frac{0,81 C_p - T}{T} \right)^2$
 = 19,173
 $d = -0,9$; *Principle of Naval Architecture*
 $C1 = 2223105 C_1^{3,3861} \left(\frac{T}{B} \right)^{1,0796} (90 - i_e)^{-1,3757}$ for $Fn < 0$, Saat $V = 0$, Transom tidak tercelup air
 $AT = AT = \text{the immersed area of the transom at zero speed}$
 $= 0 \rightarrow \text{without bulb}$
 $C3 = 1 - (0,8 \cdot A_T) / (B \cdot T \cdot C_M)$
 $= 1$

m1 *Principle of Naval Architecture Vol II hal*
 = 0,160806455

$C_s = 1,7301 - 0,7067 C_p$ for $C_p \geq 0,8$

C5 = 1,275 $\lambda = 1,446 \cdot C_p \cdot P - 0,03 \cdot (L/B)$ untuk $L/B \leq 12$
 = 0,77485

$m_1 = 0,01404 L/T - 1,7525 \nabla^{1/3} / L - 4,7932 B/L - C_s$

m1 = -2,064408448

$\frac{R_w}{W} = C_1 C_2 C_3 \left(\frac{R_{w0}}{W} \right)^{1,8} \left(\frac{L}{L_{wL}} \right)^{0,1}$ *Principle of Naval Architecture Vol II hal 92*
 For low speed range [$Fn < 0,4$]

$RW/W = 0,001371532$
 $CA = 0,006 \cdot (L_{wL} + 100)^{-0,16} - 0,00205$ $Tf/L_{wl} = 0,034498107$; for $Tf/L_{wl} > 0,04$
 = 0,000660992 *Principle of Naval Architecture vol II hal 93*

4. Hambatan Total Kapal

Principle of Naval Architecture vol II hal 93
 $R_{total} = \frac{1}{2} \rho V^2 S_{wet} [C_r (1+k) + C_1] + \frac{R_w}{W}$
 = 15221 N
 = 15 kN
 $R_{total} + \text{Margin } 15\% R_{total}$
 = 17503,787194 N
 = 17,50378719 Kn

$\rho \cdot g \cdot \nabla = 3323$

PULPISI DAN DAYA MESIN

Input Data LWL = 43,349 m T = 1,495 m CB = 0,631 RT = 37,504 MN D = 0,972 m n _{prop} = 110 rpm n _{ps} = 1,833 rps P/D = 1 [0,5 + P/D < 1,4] Z = 4 blade AE/AO = 0,4 Rn = 187650,26	Perhitungan Awal k = 1,212 <small>max val 0,8-2,0</small> CF = 0,075 [(log ₁₀ Rn - 2)] ² CA = 0,007 CV = 1 / (1 + CA + CF) u (Wake Friction) = 0,005 C _d (1/3) C _d C _p = 0,02 D / (2RT) ² t = 0,150633374 Va = 4,369 V = 5,5(1-u) PE = R.T.V.S = 90,039 kW	2. Thrust Horse Power (THP) PT = P.F.(1-u)/(1-t) = 90,3054 kW Propulsive Coefficient Calculation η _H (Hull Efficiency) = $\frac{1-t}{1-\theta}$ = 0,99709 η _D (Open Water Test Propeller Efficiency) = $\frac{J}{2 \pi D Va}$ = 0,67 η _r (relative rotative efficiency) for twin screw η _r = 0,93107 η _D = η _H η _D η _r = 0,621083 3. Delivered Power at Propeller (DHP) PD = $\frac{PT}{\eta_r \eta_D \eta_r}$ = PE/η _D = 144,7621 kW	4. Shaft Horse Power (SHP) η _S = Shaft Efficiency : (0,981 - 0,985) = 0,985 untuk mesin di gfer PS = Shaft Power = PD/η _S = 146,9666 kW 5. Brake Horse Power (BHP) η _B = 0,98 for machinery gft η _T = 0,975 BHP SCF = $\frac{PS}{\eta_B \eta_T \eta_r \eta_D \eta_r}$ = 151,504 Perhitungan PB kondisi maximum continuous rate : Letak Mesin = 2xPB = 4,5412 m Rute = 2xPB = 15,504 MCR = Total PB = PB + Letak mesin + rute = 171,200 kW = 229,9233 HP Koreksi M 15% - PB tal PB + 15%margin = 196,8794 kW = 264,0197 HP
--	---	---	---

D = Diameter propeller, D = 0,972
 n = Putaran propeller
 P/D = Pitch ratio, 0,5-1,4
 Jumlah daun propeller
 AE/AO = Expanded Area Ratio, 0,4-0,55, 0,5-0,85,1
 dalam perhitungan menggunakan 0,4
 PE = Effective Horse Power = RT.V.S
 R = Radius
 T = Thrust
 V = Velocity
 S = Speed of Advance
 k = k
 CF = $0,075 [(log_{10} Rn - 2)]^2$
 CA = 0,007
 CV = $1 / (1 + CA + CF)$
 u (Wake Friction) = $0,005 C_d (1/3) C_d C_p = 0,02 D / (2RT)^2$
 t = $0,150633374$
 Va = Speed of Advance
 V = $5,5(1-u)$
 PE = R.T.V.S
 = 90,039 kW
 PT = $P.F.(1-u)/(1-t)$
 = 90,3054 kW
 η_H (Hull Efficiency) = $\frac{1-t}{1-\theta}$
 = 0,99709
 η_D (Open Water Test Propeller Efficiency) = $\frac{J}{2 \pi D Va}$
 = 0,67
 η_r (relative rotative efficiency) for twin screw
 η_r = 0,93107
 η_D = η_Hη_Dη_r
 = 0,621083
 DHP = $\frac{PT}{\eta_r \eta_D \eta_r}$ = PE/η_D
 = 144,7621 kW
 η_S = Shaft Efficiency : (0,981 - 0,985)
 = 0,985 untuk mesin di gfer
 PS = Shaft Power
 = PD/η_S
 = 146,9666 kW
 η_B = 0,98 for machinery gft
 η_T = 0,975
 BHP SCF = $\frac{PS}{\eta_B \eta_T \eta_r \eta_D \eta_r}$
 = 151,504
 Perhitungan PB kondisi maximum continuous rate :
 Letak Mesin = 2xPB
 = 4,5412 m
 Rute = 2xPB
 = 15,504
 MCR = Total PB = PB + Letak mesin + rute
 = 171,200 kW
 = 229,9233 HP
 Koreksi M 15% - PB
 tal PB + 15%margin = 196,8794 kW
 = 264,0197 HP

PEMILIHAN MESIN UTAMA DAN GENSET

MCR Mesin BHP = 98,43971872 kW 2 mesin = 132,0098373 HP Digunakan 2 mesin Main Engine	1 kW = 1,341022 HP	Generator Set Daya Gens = 25% Engine = 28 kW = 37,54862 HP
---	--------------------	--

Merek	Tipe	Daya (KW)	SFOC (g/kW/hr)	SLOC (g/kW/hr)	Berat Mesin (ton)	Panjang (m)	Tinggi (m)	Lebar (m)
Bukh	DV36RME	26,50	160,00	0,60	0,27	0,93	0,67	0,57
Hyundai	MM4D56D	29,00	200,00	0,70	0,45	0,90	0,80	0,65
Yutec	MA45	31,00	253,00	0,80	0,20	0,90	0,80	0,65
Yuchai	YC4108CA	32,00	200,00	0,80	0,37	0,99	0,95	0,73
Weichai	DZ226D-3Cl	35,50	200,00	1,00	0,46	0,89	1,06	0,55
Weichai	TD226D-3Cl	50,00	200,00	1,36	0,46	0,89	1,06	0,55
Yuchai	YC6108ZC	80,00	198,00	0,80	0,72	1,29	1,20	0,78
Weichai	WP4C120-18	88,00	198,00	1,36	0,68	0,89	1,06	0,70
Yuchai	YC6108ZLCB	112,00	198,00	0,80	0,75	1,25	1,08	0,78
Yuchai	YC6A170C	125,00	195,00	0,80	0,80	1,24	1,00	0,90
Yuchai	YC6A170C	125,04	198,00	0,80	0,77	1,42	0,91	1,08
Yuchai	YC6A190C	139,75	198,00	0,80	0,77	1,42	0,91	1,08
Yuchai	YC6A220C	161,81	198,00	0,80	0,77	1,42	0,91	1,08
Yuchai	YC6MK300C	220,65	189,00	0,50	1,27	1,65	0,94	1,26
Yuchai	YC6MK320C	235,36	189,00	0,50	1,27	1,65	0,94	1,26
Yuchai	YC6M1365L-C20	268,46	192,00	0,50	1,25	1,73	0,96	1,27
Yuchai	YC6T480C	294,20	195,00	1,00	1,98	1,88	1,00	1,86
Yuchai	YC6C620L-C20	456,02	195,00	1,00	4,70	2,76	1,29	1,94
Yuchai	YC6C670L-C20	492,79	195,00	1,00	4,70	2,76	1,29	1,94
Yuchai	YC6C700L-C20	514,86	195,00	1,00	4,70	2,76	1,29	1,94
Yuchai	YC6C730L-C20	536,92	195,00	1,00	4,70	2,76	1,29	1,94
Yuchai	YC6C820L-C21	603,12	195,00	1,00	4,70	2,76	1,29	1,94
Yuchai	YC6C820L-C20	603,1185643	195	1	4,7	2,76	1,285	1,94
Yuchai	YC6C820L-C20	636,2165343	195	1	4,7	2,76	1,285	1,94
Yuchai	YC6C925L-C20	680,3471609	195	1	4,7	2,76	1,285	1,94
Yuchai	YC6C960L-C20	706,0900265	195	1	4,7	2,76	1,285	1,94
Yuchai	YC6C980L-C20	720,80	195,00	1,00	4,70	2,76	1,29	1,94
Yuchai	YC6L1035L-C20	761,25	195,00	1,00	4,70	2,76	1,29	1,94
Yuchai	YC6L1135L-C20	834,80	195,00	1,00	4,70	2,76	1,29	1,94
Yuchai	YC6L1200L-C20	882,61	195,00	1,00	4,70	2,76	1,29	1,94

Merek	Tipe	Daya (KW)	SFOC (g/kW/hr)	SLOC (g/kW/hr)	Berat Mesin (ton)	Panjang (m)	Tinggi (m)	Lebar (m)
Yamaha	EF2600FW	2,00	150,00	0,60	0,04	0,51	0,43	0,42
Yamaha	EF 4000 FW	2,90	150,00	0,60	0,08	0,52	0,43	0,42
Yamaha	EF 5500 EFW	3,80	160,00	0,60	0,27	0,67	0,57	0,54
Honda	SEA-3000Ha	4,05	120,00	0,60	0,04	0,55	0,45	0,42
Yamaha	EF 7200 E	5	160	0,6	0,093	0,67	0,565	0,52
Yamaha	EF 12000E	8,5	180	0,6	0,141	0,72	0,68	0,55
Loncin	LC12800	9	180	0,6	0,17	0,868	0,676	0,635
Honda	SEA-7000Ha	9,56	180	0,6	0,085	0,685	0,509	0,534
Yamaha	EF 14000 E	10	200	0,6	0,164	0,82	0,75	0,64
Yamaha	EF 17000 TE	12,5	200	0,6	0,167	0,85	0,77	0,69
Cummins	4BTA3.9-GM47	47	180	0,6	0,31	0,755	0,665	0,827
Cummins	4BTA3.9-GM65	65	180	0,6	0,31	0,755	0,665	0,827
Shanghai	SVG128ZCaf	128,5	197	0,7	1,35	1,633	0,853	1,217
Shanghai	SVG128ZLCaf3	254,8	197	0,7	1,2	1,762	0,811	1,532
Cummins	KTAl9-DM620	392	200	0,8	2,108	2,151	0,966	1,704

MCR Mesin ME = 98,43971872 kW ;2 mesin = 132,0098373 HP	MCR Mesin AE = 28 kW = 37,54862 HP
---	---------------------------------------

1. Mesin ME Merk = Yuchai Type = YC6108ZLCB	1. Mesin AE Merk = Cummins Type = 4BTA3.9-GM47
--	---

2. Daya Mesin yang Digunakan Daya = 112 kW = 150,1944741 HP	2. Daya Mesin yang Digunakan Daya = 47 kW = 63,02804 HP
--	--

3. Konsumsi Bahan Bakar SFOC = 198 g/kW/hr = 0,000198 ton/kw/hr	3. Konsumsi Bahan Bakar SFOC = 180 g/kW/hr = 0,00018 ton/kw/hr
--	---

4. Dimensi L = 1,252 m H = 1,075 m B = 0,78 m Dry Mass = 0,75 ton = 1,5 ton	4. Dimensi L = 0,755 m H = 0,665 m B = 0,827 m Dry Mass = 0,31 ton = 0,62 ton
---	---

5. Konsumsi Pelumas (Oil) Cylinder = 0,8 g/kW/hr	5. Konsumsi Pelumas (Oil) Cylinder = 0,6
--	--

TITIK BERAT MESIN

Input Data

D	=	Diameter Propeler
	=	0,972 m
nrpm	=	110 rpm
z	=	4 blade
AE/AO	=	0,4
PD	=	Delivered Power at Propeller
	=	144,762 kW
PB	=	Brake Horse Power
	=	196,879 kW
We	=	Berat Mesin Induk
	=	1,5 ton

Perhitungan :

1. Unit Propulsi Ship Design for Efficiency and Economy hlm. 175

Gear Box (Berat Gear Box)

$$W_{\text{gear}} = (0.3 \sim 0.4) \cdot \frac{P_B}{n}$$

$$= 0,716 \text{ ton}$$

Shafting (Panjang poros)

5 m untuk area gearbox, poros, gangway
dsb + 1.5 m untuk area gangway

$$l =$$

$$= 6,500 \text{ m}$$

Ms/l = Berat Poros/Panjang Poros

$$= 0.081 \cdot \left(\frac{PD}{nrpm}\right) \cdot \frac{2}{3}$$

$$= 0,097 \text{ ton/m}$$

Ms = Berat Poros Propeler

$$= \frac{M_s}{l} \cdot l$$

$$= 0,632276 \text{ ton}$$

Auxiliary Engine

We	=	Berat Mesin Genset
	=	0,62 ton ;pakai 2 genset

Propeller

Diameter poros :

$$d_s = 11 \cdot 5 \left(\frac{P_B}{n}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{Untuk material dengan tensile strength 700 N/mm}^2$$

$$= 12,602 \text{ cm}$$

$$= 0,126 \text{ m}$$

K (Koefisien Fixed Propeler)

$$= \left(\left(\frac{d_s}{D}\right) \left(1.85 \frac{A_e}{A_b}\right) - (Z-2)\right) / 100$$

$$= 0,075939$$

Wprop (Berat Propeler)

$$= D3 \cdot K$$

$$= 0,069747 \text{ ton}$$

Wproptotal = Wgear + Ms + Wprop

$$= 0,786 \text{ ton}$$

2. Unit Elektrikal Ship Design for Efficiency and Economy hlm. 176

$$W_{\text{Agg}} = 0.001 \cdot PB(15 + 0.014PB)$$

$$= 3,007458 \text{ ton}$$

3. Lain - Lain :

Wot	=	(0.04 ~ 0.07) · PB
	=	7,875177 ton

Berat yang termasuk group ini yaitu :
Pumps, pipes, sound absorbers, cables, distributors, replacement parts, stair, platforms, grating, dayly service tanks, air containers, compressors, degreasers, oil cooler dan lain-lain

Berat Total Permesinan

Wtotal	=	We + Wproptotal + WAgg + Wot
	=	13,788 ton

Titik Berat Machinery :

hdb	=	Tinggi Double bottom
	=	$\frac{(350 + 45 \cdot B)}{10^3}$
	=	0,722368 m = 0,7 m ; h min = 600 mm
KG	=	$h_{db} + 0.35 \cdot (H - h_{db})$ Parametric Design 11-29
	=	1,278615 m
LCB	=	Panjang Ceruk Buritan
	=	4. Jarak gading atau 5% · LPP ; jarak gading = 0.6m
	=	4,8 m
LCGFP	=	Lch+Lrm+0,5*Lkm
	=	33,25559 m dibelakang FP
LCGM	=	(LCGFP - 0.5 · LPP)
	=	12,4148 m dibelakang midship

BERAT BAJA																																																															
Referensi	Input Data	2. Volume Deck House (VDH)	3. Berat Baja (WST)																																																												
<i>Ship Design for Efficiency and Economy hlm. 154</i> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Type kapal</th> <th>CSO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Bulk carriers</td><td>0,07</td></tr> <tr><td>2</td><td>Cargo ship (1 deck)</td><td>0,0752</td></tr> <tr><td>3</td><td>Cargo ship (2 decks)</td><td>0,076</td></tr> <tr><td>4</td><td>Cargo ship (3 decks)</td><td>0,082</td></tr> <tr><td>5</td><td>Passenger ship</td><td>0,058</td></tr> <tr><td>6</td><td>Product carriers</td><td>0,0664</td></tr> <tr><td>7</td><td>Reefers</td><td>0,0609</td></tr> <tr><td>8</td><td>Rescue vessel</td><td>0,0232</td></tr> <tr><td>9</td><td>Support vessels</td><td>0,0574</td></tr> <tr><td>10</td><td>Tanker</td><td>0,0752</td></tr> <tr><td>11</td><td>Train ferries</td><td>0,65</td></tr> <tr><td>12</td><td>Tugs</td><td>0,0892</td></tr> <tr><td>13</td><td>VLCC</td><td>0,0645</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Type kapal</th> <th>CKG</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Passanger ship</td><td>0,67 - 0,72</td></tr> <tr><td>2</td><td>Large cargo ship</td><td>0,58 - 0,64</td></tr> <tr><td>3</td><td>Small cargo ship</td><td>0,60 - 0,80</td></tr> <tr><td>4</td><td>Bulk carrier</td><td>0,55 - 0,58</td></tr> <tr><td>5</td><td>Tankers</td><td>0,52 - 0,54</td></tr> </tbody> </table>	No.	Type kapal	CSO	1	Bulk carriers	0,07	2	Cargo ship (1 deck)	0,0752	3	Cargo ship (2 decks)	0,076	4	Cargo ship (3 decks)	0,082	5	Passenger ship	0,058	6	Product carriers	0,0664	7	Reefers	0,0609	8	Rescue vessel	0,0232	9	Support vessels	0,0574	10	Tanker	0,0752	11	Train ferries	0,65	12	Tugs	0,0892	13	VLCC	0,0645	No.	Type kapal	CKG	1	Passanger ship	0,67 - 0,72	2	Large cargo ship	0,58 - 0,64	3	Small cargo ship	0,60 - 0,80	4	Bulk carrier	0,55 - 0,58	5	Tankers	0,52 - 0,54	Panjang Kapal (LPP) = 41,68 m Lebar Kapal (B) = 8,27 m Tinggi Kapal (H) = 2,31 m Perhitungan : 1. Volume Superstructure (VA) <i>Schneekloth method</i> Volume Forecastle (VFC) Panjang Forecastle (EFC) = 10% · LPP = 4,168159 m Lebar Forecastle (bFC) = 8,27 m Tinggi Forecastle (tFC) = 2,4 m ; <i>asumsi</i> Volume Forecastle (VFC) = 0,5 · EFC · bFC · tFC = 41,38907 m ³ Volume Poop (VPO) Panjang Poop (EPO) = 20% · LPP = 8,336319 m Lebar Poop (bPO) = 8,27 m Tinggi Poop (tPO) = 2,4 m ; <i>asumsi</i> Volume Poop (VPO) = EPO · bPO · tPO = 165,5563 m ³ Volume Superstructure (VA) = VFC + VPO = 206,9454 m³	2. Volume Deck House (VDH) Volume Layer 2 (VDH2) Panjang Layer 2 (EDH2) = 15% · Lpp = 6,252 m Lebar Layer 2 (bDH2) = B - 2 ; <i>2m = gangway</i> = 6,27485 m Tinggi Layer 2 (tDH2) = 2,4 m ; <i>asumsi</i> Volume Layer 2 (VDH2) = EDH2 · bDH2 · tDH2 = 94,15646 m ³ Volume Wheel House (VWH) Panjang Wheel House (EWH3) = 7% · Lpp = 2,917712 m Lebar Wheel House (bWH3) = b_DH2 - 2 ; <i>2m = gangway</i> = 4,27 m Tinggi Layer 3 (tDH3) = 2,4 m ; <i>asumsi</i> Volume Layer 3 (VDH3) = EDH2 · bDH2 · tDH2 = 29,93467 m ³	3. Berat Baja (WST) DA = Tinggi Kapal Setelah Dikoreksi dengan Superstructure dan Deck House $DA = H + \frac{VA + V_{WH}}{LPP - B}$ CSO = 3,2714 m D = Berat Kapal = 0,0752 t/m ³ U = $\log \frac{A}{100}$ = 339 ton CS = $C_{50} + 0,06 \cdot e^{-(0,05 \cdot U + 0,1 \cdot U^2)}$ = -0,286 CS = 0,1233 · 3,3195 Total Berat Baja WST = LPP · B · DA · CS = 139,1021846 ton
No.	Type kapal	CSO																																																													
1	Bulk carriers	0,07																																																													
2	Cargo ship (1 deck)	0,0752																																																													
3	Cargo ship (2 decks)	0,076																																																													
4	Cargo ship (3 decks)	0,082																																																													
5	Passenger ship	0,058																																																													
6	Product carriers	0,0664																																																													
7	Reefers	0,0609																																																													
8	Rescue vessel	0,0232																																																													
9	Support vessels	0,0574																																																													
10	Tanker	0,0752																																																													
11	Train ferries	0,65																																																													
12	Tugs	0,0892																																																													
13	VLCC	0,0645																																																													
No.	Type kapal	CKG																																																													
1	Passanger ship	0,67 - 0,72																																																													
2	Large cargo ship	0,58 - 0,64																																																													
3	Small cargo ship	0,60 - 0,80																																																													
4	Bulk carrier	0,55 - 0,58																																																													
5	Tankers	0,52 - 0,54																																																													
		Asumsi : <table border="1"> <thead> <tr> <th>Layer</th> <th>Panjang (ld)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I (Poop)</td> <td>20% Lpp</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>15% Lpp</td> </tr> <tr> <td>Wheel Ho</td> <td>7% Lpp</td> </tr> </tbody> </table> Volume Deck House VDH = VDH2 + VWH = 124,09 m ³	Layer	Panjang (ld)	I (Poop)	20% Lpp	II	15% Lpp	Wheel Ho	7% Lpp	Titik Berat Baja CKG = Koefisien KG Baja = 0,7 KG = DA · CKG = 2,290 m LCG(%) = $-0,15 + LCB(\%)$ LCGM = $-1,146 + LCG(\%) \cdot LPP$ = -0,4150938 m LCGFP = $0,5 \cdot LPP \cdot LCGM$ = 21,255891 m																																																				
Layer	Panjang (ld)																																																														
I (Poop)	20% Lpp																																																														
II	15% Lpp																																																														
Wheel Ho	7% Lpp																																																														

PERHITUNGAN BERAT PERALATAN DAN PERLENGKAPAN			
<i>Ship Design Efficiency and Economy, 1998</i>			
Input Data	The specific volumetric and unit area weights are:		
LPP = 41,68 m	For small and medium sized cargo ship : 160 - 170 kg/m ²	5. Ramp Door	
B = 8,275 m	For large cargo ships, large tanker, etc : 180 - 200 kg/m ²	I RD = 5 m	
H = 2,312 m	Therefore, for oat, it is used : 195 kg/m ²	b RD = 6 m	
CALV = 160 kg/m ²	<i>Ship Design for Efficiency and Economy hal. 172</i>	A RD = E RD · b RD = 30 m ²	
		W RD = $\frac{A_{RD} \cdot CALV}{1000}$	
		= 6 ton	
Perhitungan :	200 kg/m ²	W Total = WPO + WDH2 + WWH + W FC + W RAMP DOOR	
Grup III (Accommodation)		= 33 ton	
1. Poop	3. Wheel House	Grup IV (Miscellaneous)	
EPO = 8 m	EWH = 3 m	C = 0,18 ton/m ²	
bPO = 8 m	bWH = 4 m	<i>; 0,18 ton/m² < C < 0,26 ton/m² untuk ukuran sedang, Ship Design Efficiency and Economy hal 172</i>	
APO = EPO · bPO = 68,982 m ²	AWH = EWH · bWH = 12,473 m ²	WIV = $\sqrt[3]{(L_{PP}^2 \cdot B \cdot H)^2 \cdot C}$; <i>untuk ukuran sedang</i>	
WPO = $\frac{A_{PO} \cdot CALV}{1000}$	WWH = $\frac{A_{WH} \cdot CALV}{1000}$		
= 11,037 ton	= 2 ton		
2. Layer II	4. Forecastle		
EDH2 = 6 m	E FC = 4 m		
bDH2 = 6 m	B FC = 8 m		
ADH2 = EDH2 · bDH2 = 39,252 m ²	A FC = E FC · b FC = 34,49089 m ²		
WDH2 = $\frac{A_{DH2} \cdot CALV}{1000}$	W FC = $\frac{A_{FC} \cdot CALV}{1000}$		
= 6,277 ton	= 6,898178 ton		
		Berat Total Peralatan dan Perlengkapan	
		WE&O = WTotal + WIV	
		= 48 ton	

PERENCANAAN KAMAR MESIN CREW DAN AKOMODASI

Ship Design Efficiency and Economy, 1998

Input Data

LPP = 42 m	Panjang Kamar mesin	LKM = $5 + L(\text{Panjang Mesin Induk}) + \text{Panjang kamar mesin minimal}$
LWL = 43 m	= 7,252 m	
B = 8 m	Panjang Ceruk Buritan	LCB = $8 \cdot \text{Jarak gading}$; jarak gading = 0.6m
H = 2 m	= 4,8 m	
T = 1 m	Panjang Ceruk Haluan	LCH = $10 \cdot \text{Jarak gading}$; jarak gading = 0.6m
WFO = 1 ton	= 6 m	
WLO = 0,004 ton	Panjang cofferdam	LCF = $6 \cdot \text{Jarak gading}$ Panjang Cofferdam. ; jarak gading = 0.6m
WDO = 6,58 ton	= 2,4 m	4x jarak gading cofferdam belakang
WFW = 3,90 ton	Panjang tangki fuel oil	LFO = $3 \cdot \text{Jarak gading}$ Panjang tangki fuel oil; jarak gading = 0.6m
hDB = $350 + 45 \cdot B$	= 1,8 m	
= 722,3682 mm		
= 0,722 m		
= 0,800 m		

Dimensi Ruang Akomodasi

LRM = $Lpp - (LCB + LKM + LCH)$; Panjang ruang muat	7,84075
= 23,28 m	

1. Poop

2. Layer II

3. Wheel House

hP = 2,4 m; asumsi hII	= 2,4 m ; asums hwh	= 2,4 m ; asumsi
LP = $10\% \cdot LPP$	LdII = $15\% \cdot Lpp$	Lwh = $11,5\% \cdot LPP$
= 4 m	= 6,252239 m	= 4,793383 m

1. Titik Berat Fuel Oil

Dimensi Tangki :

BFO = $65\% \cdot B$	= 5,378652 m
VFO = $2,517948 \text{ m}^3$	
LFO = 4,6 m	
tFO = $0,101769 \text{ m}$	

Titik Berat Tangki :

KGFO = $hDB + hkm - 0,5 \cdot tFO$	= 2,260759 m
LCGFO = $Lch + Lrm + Llo + 1 \cdot \text{jarak gading} + 0,5 \cdot Lfo$	= 37,30825 m

2. Titik Berat Lubricating Oil

Dimensi Tangki

LLO = $1,500 \text{ m}$	
BLO = $65\% \cdot B$	= 5,378652 m
VLO = $0,004477 \text{ m}^3$	
tLO = $0,000555 \text{ m}$	

Titik Berat Tangki

KGLO = $Hdb + 0,5 \cdot tLO$	= 0,800277 m
LCGLO = $Lch + Lrm + 0,5 \cdot Llo$	= 30,37959 m

3. Titik Berat Diesel Oil

Dimensi Tangki

LDO = $1,500 \text{ m}$	
BDO = $65\% \cdot B$	= 5,378652 m
VDO = $7,90 \text{ m}^3$	
tDO = $0,979 \text{ m}$	

Titik Berat Tangki

KGDO = $hdb + 0,5 \cdot tDO$	= 1,55
LCGDO = $Lch + Lrm + 0,5 \cdot Ldo$	= 30,37959 m

4. Titik Berat Air Tawar

Dimensi Tangki :

LFW = $9,60 \text{ m}$	
BFW = $65\% \cdot B$	= 5,378652 m
VFW = $3,979803 \text{ m}^3$	
tFW = $0,077076 \text{ m}$	

Titik Berat Tangki :

KGFW = $H + 0,5 \cdot tFW$	= 7,111644 m
LCGFW = $Lch + Lrm + Lkm + 0,5 \cdot Lfw$	= 41,68159 m

BELOM NGE LINK			
Ruang	Crew	Jumlah	Total
Poop	Cadet	2	10
	Quartermaster	1	
	Oiler	2	
	Steward	1	
	Electrician	1	
	Chief cook	1	
	Assistant Cook	1	
Layer III	Second Engineer	1	4
	Chief Officer	1	
	Second Officer	1	
	Boatswain	1	
Layer IV	Captain	1	2
	Chief Engineer	1	
Total keseluruhan crew		16	

Berat rata-rata crew	0,075 ton		
Berat Kru Per Layer			
WC&E /layer =	Jumlah kru per layer · berat rata-rata kru		
WC&E Poop =	0,75		
WC&E II =	0		
WC&E III =	0,3		
WC&E IV =	0,15 +		
WC&E total =	1,2 ton		
Titik Berat Kru dan Luggage			
KG (Keel Gravity)		LCG (Longitudinal Center of Gravity)	
KG _{poop} =	H + 0,5 · h _P	LCG _{poop} =	0,5 · LP + LRM + LCH
=	3,51 m	=	31,71367 m
KG _{II} =	H + h _P + 0,5 · h _{II}	LCG _{II} =	0,5 · LII + LRM + LCH
=	5,91 m	=	32,75571 m
KG _{III} =	H + h _P + h _{II} + 0,5 · h _{III}	LCG _{III} =	0,5 · LIII + LRM + LCH
=	8,311644 m	=	32,02629 m
KG _{IV} =	H + h _P + h _{II} + h _{III} + 0,5 · h _{IV}	LCG _{IV} =	0,5 · LIV + LRM + LCH
=	9,511644 m	=	29,62959 m

$KG_{C\&E} = \frac{W_{C\&E\ Poop} \cdot KG_{Poop} + W_{C\&E\ II} \cdot KG_{II} + W_{C\&E\ III} \cdot KG_{III} + W_{C\&E\ IV} \cdot KG_{IV}}{W_{C\&E\ Poop} + W_{C\&E\ II} + W_{C\&E\ III} + W_{C\&E\ IV}}$	=	5,461644 m
$LCG_{C\&E} = \frac{W_{C\&E\ Poop} \cdot LCG_{Poop} + W_{C\&E\ II} \cdot LCG_{II} + W_{C\&E\ III} \cdot LCG_{III} + W_{C\&E\ IV} \cdot LCG_{IV}}{W_{C\&E\ Poop} + W_{C\&E\ II} + W_{C\&E\ III} + W_{C\&E\ IV}}$	=	31,53132 m
Titik Berat Total Consumable and Crew		
$\frac{W_{C\&E} \cdot KG_{C\&E} + W_{FW} \cdot KG_{FW} + W_{L\&O} \cdot KG_{L\&O} + W_{D\&O} \cdot KG_{D\&O} + W_{FO} \cdot KG_{FO}}{W_{C\&E} + W_{FW} + W_{L\&O} + W_{D\&O} + W_{FO}}$	=	34,55038 m
$\frac{W_{C\&E} \cdot LCG_{C\&E} + W_{FW} \cdot LCG_{FW} + W_{L\&O} \cdot LCG_{L\&O} + W_{D\&O} \cdot LCG_{D\&O} + W_{FO} \cdot LCG_{FO}}{W_{C\&E} + W_{FW} + W_{L\&O} + W_{D\&O} + W_{FO}}$	=	34,55038 m
		ACUAN TITIK LCG dari FP

PERHITUNGAN BERAT TOTAL DAN TITIK BERAT TOTAL			
Perhitungan :			
1. Light Weight Tonnes (LWT)		2. Dead Weight Tonnes (DWT)	
Steel Weight		Consumable and Crew Weight	
WST =	139 ton	Wcons =	6,582 ton
KGST =	2,290 m	KGcons =	3,665738 m
LCGST =	21,25589 m ; dari FP	LCGcons =	34,55038 m ; dari FP
Equipment & Outfitting Weight		Payload	
WE&O =	48 ton	Wpayload =	131 ton
KGE&O =	3,533 m	KGpayload =	(H - hDB) · 0,5 + hDB
LCGE&O =	19,654 m ; dari FP	=	1,52
		LCGpayload =	(0,5 · LRM) + LCH
		=	17,9898 m ; dari FP
Machinery Weight			
WM =	14 ton		
KGM =	1,278615 m		
LCGM =	33,25559 m ; dari FP		
3. Titik Berat Total			
KG Total			
KG =			
=	2,153284 m		
LCG Total dari FP			
LCG =			
=	20,51 m		
Berat LWT		Berat DWT	
LWT =	WST + WE&O + WM	DWT =	Wcons + Wpayload
=	201 ton	=	138 ton
		Berat Total	
		W =	LWT + DWT
		=	339 ton
		Koreksi margin displesement (2-10%) :	
		Displasem =	L x B x T x Cb x ρ
		=	339 ton
		=	Total LWT + Total DWT + Margin
		Margin =	-(Total LWT + Total DWT)
		=	0 ton
		=	0,0%
		Displacement muatan dan Displacement kapal (<10%)	
		Kondisi =	DITERIMA

PERHITUNGAN KAPASITAS RUANG MUAT

Input Data :

LPP	=	41,68	m
B	=	8,27	m
H	=	2,31	m
T	=	1,50	m
CB	=	0,631	m
CM	=	0,980	m
hDB	=	0,800	m
LKM	=	7,252	m
LCH	=	6	m
LCB	=	4,8	m

3. Total Luas Cargo Deck

$$\begin{aligned} \text{ACG} &= \text{A pp I} + \text{A pp II} \\ &= 213 \text{ m}^2 \quad 2.199 \end{aligned}$$

4. Volume Ruang Muat

$$\begin{aligned} \text{VRM} &= \text{ACG} \times \text{Hm} ; \text{Asumsi H Kendaraan } 2.86 \text{ m} \\ &= 319 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$T \text{ tumpukan} = 1,5$$

Batasan Kapasitas Ruang Muat

Volume ruang muat	=	319,052 m ³
Spesific volume muatan	=	2,43 m ³ /ton
Berat muatan	=	131 ton
Volume muatan	=	319,052 m ³
Selisih Volume r.muat & v	=	0,000 m ³
Selisih dalam %	=	0,000 %
Kondisi	=	Accepted
Berat Muatan	=	16384 tabung

Perhitungan Ruang Muat Sesuai General Arrangement :

1. Persegi Panjang I

$$\begin{aligned} d1 &= \text{Lpp} - \text{Lkm} - \text{Lch} - \text{Lcb} \\ &= 23,28 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Persegi Panjang II

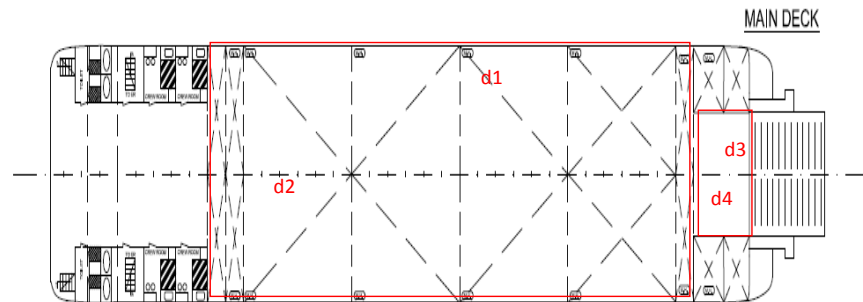
$$\begin{aligned} d3 &= \text{LCH} - \text{Elevasi Ramp Door} \\ &= 4,85 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d2 &= \text{Selebar Kapal} \\ &= 8 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d4 &= \text{B} \cdot 0,5 \\ &= 4 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{A pp I} = 192,635 \text{ m}^2$$

$$\text{A pp II} = 20,06651 \text{ m}^2$$



Lampiran 7. Perhitungan Biaya Kapal

CAPITAL COST :			
Perhitungan Harga Kapal			
Input Data			
W_{ST}	=		239,651 Ton
$W_{E&O}$	=		61,675 Ton
W_{ME}	=		21 Ton
Harga Baja	= \$		1.020,00 /ton
Perhitungan Biaya			
1. Structural Cost			
P_{ST}	=	$W_{ST} \cdot \text{Harga Baja}$	
	= \$		244.443,57
2. Outfit Cost			
$P_{E&O}$	=	$W_{E&O} \cdot C_{E&O}$	
	= \$		62.908,64
3. Machinery Cost			
P_{ME}	=	$W_{ME} \cdot C_{ME}$	
	= \$		21.892,31
4. Non-weight Cost			
C_{NW}	=		10%
P_{NW}	=	$C_{NW} \cdot (P_{ST} + P_{E&O} + P_{ME})$	
	= \$		32.924,45
Biaya	=	$P_{ST} + P_{E&O} + P_{ME} + P_{NW}$	
	= \$		362.168,98

Perhitungan Harga			
1. Keuntungan			
	=	$5\% \cdot \text{Biaya}$	
	= \$		18.108,45
2. Inflasi			
	=	$2\% \cdot \text{Biaya}$	
	= \$		7.243,38
3. Pajak			
	=	$-10\% \cdot \text{Biaya}$	
	= \$		(36.216,90)
Harga	=	$\text{Biaya} + \text{Keuntungan} + \text{Inflasi} + \text{Pajak}$	
	= \$		351.303,91
	= Rp		5.148.007.468 /kapal
Jumlah Kapal	=		1,00 unit
Suku Bunga	=		10%
Harga Kapal	= Rp		19.815.085.125 pertahun
Tenor	=		25 tahun
Inerest	=		10% /tahun
Pinjam	=		100% /tahun
Depresi Harga Kapal	= Rp		205.920.299 /tahun
Bunga Pinjaman	= Rp		20.592.030 /tahun
Asuransi	= Rp		226.512.329 /tahun
Total	= Rp		453.024.657 /kapal/tahun
	= Rp		453.024.657 /tahun

Operating Cost			
Kru			
Rata-rata gaji kru	Rp	10.000.000	/bulan
Faktor gaji		13	kali/tahun
Jumlah kru		17	orang
Total gaji	Rp	2.210.000.000	/tahun/kapal
LO			
Konsumsi Minyak Pelumas		6,542828681	liter/RT
Total Konsumsi LO		582,31	liter/tahun/kapal
Harga LO	Rp	35.000	/liter
Total harga LO	Rp	20.380.911	/tahun/kapal
Persediaan dan Perbekalan			
Persediaan & perbekalan	Rp	100.000	/orang hari
Hari Kerja		330	hari
Air tawar		100	liter/org hari
Harga air tawar	Rp	75.000	/ton
Biaya air tawar	Rp	42.075.000	/tahun
Total Biaya S&C	Rp	603.075.000	/tahun/kapal
Perawatan Perbaikan dan lain-lain			
Biaya maintenance		1%	harga kapal
		51490074,68	/tahun/kapal
Asuransi			
Biaya asuransi	Rp	51.480.075	/tahun/kapal
Biaya Lain-lain			
Administrasi	Rp	500.000	/trip
	Rp	44.500.000	/tahun/kapal
Total OC	Rp	2.980.916.061	/tahun/kapal
	Rp	2.980.916.061	/tahun

Voyage Cost			
Biaya Bahan Bakar			
Main Engine	Rp	30.009.084	/RT
	Rp	30.009.084	/RT
Aux Engine	Rp	7.494.160	/RT
	Rp	7.494.160	/RT
Total Biaya Bahan Bak	Rp	3.337.788.718	/tahun
Biaya Pelabuhan			
Total Biaya Pelabuhan		11.226.193	/tahun
Total Voyage Cost	Rp	3.349.014.911	/tahun

Air Tawar			
Konsumsi Air Tawar		32,8443296	ton
Harga Air Tawar	Rp	75.000	/ton
Total Air Tawar	Rp	2.463.325	/trip
	Rp	219.235.900,07	/tahun

Cargo Handling Cost			
Tarif Muat	Rp	15.000	/ton
Tarif Bongkar	Rp	15.000	/ton
Total CHC	Rp	550.607.400	/tahun

Port Charges			
Pel. Tenggara			
Labuh	Rp	50	/GT Call
Sandar	Rp	38	GT/Etmal
Pandu			
Tarif tetap			/Kapal
Tarif Variable			/kapal/gerakan
Tunda			
Tarif tetap			/Jam
Tarif Variable			/kapal/ Jam
Buka Tutup Palkah			/Unit
Biaya POD			
Labuh	Rp	23.890	/RT
Sandar	Rp	18.156	/RT
Pandu			
Tarif tetap	Rp	-	/RT
Pemakaian		1,5	jam
Tarif Variable	Rp	-	/RT
Tunda			
Lama tunda		1	jam
Tarif tetap	Rp	-	/RT
Tarif Variable	Rp	-	
Jumlah palkah		0	
Buka Tutup Palkah	Rp	-	/RT
Total	Rp	42.046	/RT

Port Charges			
Pel. Melak			
Labuh	Rp	50	/GT Call
Sandar	Rp	38	GT/Etmal
Pandu			
Tarif tetap			/Kapal
Tarif Variable			/kapal/gerakan
Tunda			
Tarif tetap			/Jam
Tarif Variable			/kapal/ Jam
Buka Tutup Palkah			/Unit
Biaya POD			
Labuh	Rp	23.890	/RT
Sandar	Rp	18.156	/RT
Pandu			
Tarif tetap	Rp	-	/RT
Pemakaian		1,5	jam
Tarif Variable	Rp	-	/RT
Tunda			
Lama tunda		1	jam
Tarif tetap	Rp	-	/RT
Tarif Variable	Rp	-	
Jumlah palkah		0	
Buka Tutup Palkah	Rp	-	/RT
Total	Rp	42.046	/RT

Pel. Ujoh Bilang, Long Bagun			
Labuh	Rp	50	/GT Call
Sandar	Rp	38	GT/Etmal
Pandu			
Tarif tetap			/Kapal
Tarif Variable			/kapal/gerakan
Tunda			
Tarif tetap			/Jam
Tarif Variable			/kapal/ Jam
Buka Tutup Palkah			/Unit
Biaya POD			
Labuh	Rp	23.890	/RT
Sandar	Rp	18.156	/RT
Pandu			
Tarif tetap	Rp	-	/RT
Pemakaian		1,5	jam
Tarif Variable	Rp	-	/RT
Tunda			
Lama tunda		1	jam
Tarif tetap	Rp	-	/RT
Tarif Variable	Rp	-	
Jumlah palkah		0	
Buka Tutup Palkah	Rp	-	/RT
Total	Rp	42.046	/RT

Labuh	Rp	50	/GT Call
Sandar	Rp	38	GT/Etmal
Pandu			
Tarif tetap			/Kapal
Tarif Variable			/kapal/gerakan
Tunda			
Tarif tetap			/Jam
Tarif Variable			/kapal/ Jam
Buka Tutup Palkah			/Unit
Biaya POD			
Labuh	Rp	23.890	/RT
Sandar	Rp	-	/RT
Pandu			
Tarif tetap	Rp	-	/RT
Pemakaian		1,5	jam
Tarif Variable	Rp	-	/RT
Tunda			
Lama tunda		1	jam
Tarif tetap	Rp	-	/RT
Tarif Variable	Rp	-	
Jumlah palkah		0	
Buka Tutup Palkah	Rp	-	/RT
Total			/RT
Total port charges			
	Rp	126.137	Rp/RT
	Rp	11.226.193	Rp/tahun

Lampiran 8. Perhitungan Inventory Cost

IC SAAT INI											
Agen	C kemasan/(ta bung)		D (tabung/tahun)		S (fixed cost/trip)	h	Q (tabung)	IC(/tahun)			
Agen 1	Rp	151	Rp	12.901	1.387.835	Rp	287.020	20%	17.571	Rp	22.669.462
Agen 2	Rp	151	Rp	12.901	1.387.835	Rp	286.316	20%	17.550	Rp	22.641.643
Agen 3	Rp	151	Rp	12.901	1.387.835	Rp	290.540	20%	17.679	Rp	22.808.047
Agen 4	Rp	151	Rp	12.901	1.387.835	Rp	334.892	20%	18.980	Rp	24.487.109
Agen 5	Rp	151	Rp	12.901	1.387.835	Rp	295.468	20%	17.828	Rp	23.000.663
Agen 6	Rp	151	Rp	12.901	1.387.835	Rp	287.020	20%	17.571	Rp	22.669.462
Agen 7	Rp	151	Rp	12.901	1.387.835	Rp	299.692	20%	17.955	Rp	23.164.488
Agen 8	Rp	151	Rp	12.901	1.387.835	Rp	279.276	20%	17.333	Rp	22.361.552
Agen 9	Rp	335	Rp	13.085	1.252.279	Rp	1.018.677	20%	31.223	Rp	40.856.403
Agen 10	Rp	335	Rp	13.085	1.252.279	Rp	1.022.197	20%	31.277	Rp	40.926.931
Agen 11	Rp	1.100	Rp	13.850	1.081.240	Rp	5.127.925	20%	63.270	Rp	87.632.274
Agen 12	Rp	1.100	Rp	13.850	1.081.240	Rp	5.127.925	20%	63.270	Rp	87.632.274
Agen 13	Rp	1.165	Rp	13.915	1.081.240	Rp	5.360.245	20%	64.537	Rp	89.804.499
Agen 14	Rp	160	Rp	12.910	872.919	Rp	330.014	20%	14.938	Rp	19.285.117
Agen 15	Rp	160	Rp	12.910	872.919	Rp	342.686	20%	15.222	Rp	19.651.888
Agen 16	Rp	160	Rp	12.910	872.919	Rp	299.742	20%	14.236	Rp	18.379.340
Agen 17	Rp	160	Rp	12.910	872.919	Rp	310.302	20%	14.485	Rp	18.700.292
Agen 18	Rp	160	Rp	12.910	872.919	Rp	310.302	20%	14.485	Rp	18.700.292
Agen 19	Rp	160	Rp	12.910	872.919	Rp	308.894	20%	14.452	Rp	18.657.817
Agen 20	Rp	160	Rp	12.910	872.919	Rp	349.726	20%	15.377	Rp	19.852.722
Agen 21	Rp	160	Rp	12.910	872.919	Rp	332.126	20%	14.985	Rp	19.346.729
Agen 22	Rp	160	Rp	12.910	872.919	Rp	328.606	20%	14.906	Rp	19.243.934
Agen 23	Rp	160	Rp	12.910	872.919	Rp	403.230	20%	16.512	Rp	21.317.316
Agen 24	Rp	160	Rp	12.910	872.919	Rp	335.646	20%	15.065	Rp	19.448.981
Agen 25	Rp	160	Rp	12.910	872.919	Rp	303.966	20%	14.336	Rp	18.508.388
Agen 26	Rp	160	Rp	12.910	872.919	Rp	320.158	20%	14.713	Rp	18.994.956
Agen 27	Rp	160	Rp	12.910	872.919	Rp	301.150	20%	14.270	Rp	18.422.456
Agen 28	Rp	186	Rp	12.936	1.128.617	Rp	246.025	20%	14.651	Rp	18.952.352
Agen 29	Rp	248	Rp	12.998	1.128.617	Rp	656.786	20%	23.881	Rp	31.040.147
Agen 30	Rp	186	Rp	12.936	1.128.617	Rp	406.349	20%	18.829	Rp	24.356.975
Agen 31	Rp	473	Rp	13.223	1.480.732	Rp	1.957.957	20%	46.825	Rp	61.915.312
Agen 32	Rp	284	Rp	13.034	1.480.732	Rp	707.938	20%	28.360	Rp	36.963.017
Agen 33	Rp	471	Rp	13.221	892.401	Rp	1.827.674	20%	35.124	Rp	46.435.865
Agen 34	Rp	706	Rp	13.456	892.401	Rp	2.953.165	20%	44.256	Rp	59.549.509
Agen 35	Rp	706	Rp	13.456	892.401	Rp	2.953.165	20%	44.256	Rp	59.549.509
Agen 36	Rp	811	Rp	13.561	862.690	Rp	3.425.690	20%	46.682	Rp	63.306.729
Agen 37	Rp	730	Rp	13.480	862.690	Rp	3.306.010	20%	45.997	Rp	62.004.778
Agen 38	Rp	811	Rp	13.561	862.690	Rp	3.404.570	20%	46.538	Rp	63.111.278
Agen 39	Rp	151	Rp	12.901	929.299	Rp	287.266	20%	14.385	Rp	18.557.741
Agen 40	Rp	301	Rp	13.051	929.299	Rp	911.749	20%	25.479	Rp	33.253.748
Agen 41	Rp	151	Rp	12.901	929.299	Rp	342.882	20%	15.716	Rp	20.274.740
Agen 42	Rp	226	Rp	12.976	929.299	Rp	405.538	20%	17.042	Rp	22.113.755
Agen 43	Rp	151	Rp	12.901	929.299	Rp	294.306	20%	14.560	Rp	18.783.760
Agen 44	Rp	226	Rp	12.976	929.299	Rp	393.570	20%	16.789	Rp	21.785.008
Agen 45	Rp	226	Rp	12.976	929.299	Rp	393.570	20%	16.789	Rp	21.785.008
Agen 46	Rp	226	Rp	12.976	929.299	Rp	397.090	20%	16.864	Rp	21.882.211
Agen 47	Rp	374	Rp	13.124	1.496.355	Rp	1.211.239	20%	37.162	Rp	48.771.619
Agen 48	Rp	226	Rp	12.976	929.299	Rp	554.100	20%	19.921	Rp	25.848.802
Agen 49	Rp	1.184	Rp	13.934	295.504	Rp	4.735.161	20%	31.690	Rp	44.155.265
Total IC saat ini (/tahun)										Rp	1.623.562.163

Lampiran 9. Rekapitan Hasil Optimasi Setiap Rute

Skenario	Area Distribusi	Alternatif Rute Kapal	Total Muatan Terangkut (/tahun)	Depot - SPPBE (Skid Tank)	Truk	Kapal	Truk Pelabuhan	IC (/tahun)	Total Biaya (/tahun)	Unit Cost (Rp/tabung)
		Saat Ini	46.218.154	Rp 9.946.232.716	Rp 88.816.195.723			Rp 1.548.211.420	Rp 100.310.639.860	Rp 2.170
		RS 1	46.218.426	Rp 9.946.232.716	Rp 84.109.267.214	Rp 3.666.732.507	Rp 698.365.985	Rp 1.626.958.936	Rp 100.047.557.358	Rp 2.165
		RB 1	46.218.404	Rp 9.946.232.716	Rp 69.399.092.603	Rp 16.447.496.961	Rp 2.316.599.173	Rp 1.724.017.830	Rp 99.833.439.284	Rp 2.160
		RB 2	46.218.407	Rp 9.946.232.716	Rp 69.399.092.603	Rp 10.558.210.046	Rp 4.902.223.799	Rp 1.649.849.744	Rp 96.455.608.908	Rp 2.087
		RB 3	46.218.320	Rp 9.946.232.716	Rp 72.342.402.976	Rp 10.922.040.230	Rp 2.202.727.479	Rp 1.657.629.603	Rp 97.071.033.004	Rp 2.100
		RB 4	46.218.162	Rp 9.946.232.716	Rp 72.342.402.976	Rp 5.928.351.979	Rp 2.663.079.017	Rp 1.622.381.292	Rp 92.502.447.979	Rp 2.001
		RU 1	46.218.419	Rp 9.946.232.716	Rp 46.038.664.287	Rp 27.116.686.312	Rp 8.503.822.234	Rp 1.844.409.488	Rp 93.449.815.036	Rp 2.022
		RU 2	46.218.182	Rp 9.946.232.716	Rp 46.038.664.287	Rp 15.847.902.054	Rp 17.173.243.199	Rp 1.610.122.144	Rp 90.616.164.401	Rp 1.961
		RU 3	46.218.499	Rp 9.946.232.716	Rp 46.038.664.287	Rp 26.853.253.596	Rp 9.724.065.734	Rp 1.825.381.842	Rp 94.387.598.175	Rp 2.042
		RU 4	46.218.662	Rp 9.946.232.716	Rp 46.038.664.287	Rp 15.214.617.265	Rp 20.089.395.990	Rp 1.573.196.086	Rp 92.862.106.344	Rp 2.009
		RU 5	46.218.238	Rp 9.946.232.716	Rp 50.187.760.797	Rp 19.519.513.260	Rp 6.446.075.055	Rp 1.750.806.928	Rp 87.850.388.756	Rp 1.901
		RU 6	46.218.415	Rp 9.946.232.716	Rp 50.187.760.797	Rp 19.441.556.995	Rp 7.864.481.185	Rp 1.733.040.292	Rp 89.173.071.985	Rp 1.929
		S K E N A R I O 1	Barat + Utara+ Selatan	RS 1,RB 1 dan RU 1	46.218.941	Rp 9.947.133.836	Rp 21.914.632.657	Rp 47.230.915.780	Rp 11.518.787.391	Rp 2.138.534.985
RS 1,RB 1 dan RU 2	46.218.704			Rp 9.947.133.836	Rp 21.914.632.657	Rp 35.962.131.523	Rp 20.188.208.357	Rp 1.904.247.641	Rp 89.916.354.014	Rp 1.945
RS 1,RB 1 dan RU 3	46.219.021			Rp 9.947.133.836	Rp 21.914.632.657	Rp 46.967.483.065	Rp 12.739.030.891	Rp 2.119.507.339	Rp 93.687.787.788	Rp 2.027
RS 1,RB 1 dan RU 4	46.219.184			Rp 9.947.133.836	Rp 21.914.632.657	Rp 35.328.846.734	Rp 23.104.361.147	Rp 1.867.321.583	Rp 92.162.295.958	Rp 1.994
RS 1,RB 1 dan RU 5	46.218.760			Rp 9.947.133.836	Rp 26.063.729.167	Rp 39.633.742.729	Rp 9.461.040.213	Rp 2.044.932.425	Rp 87.150.578.370	Rp 1.886
RS 1,RB 1 dan RU 6	46.218.937			Rp 9.947.133.836	Rp 26.063.729.167	Rp 39.555.786.464	Rp 10.879.446.343	Rp 2.027.165.789	Rp 88.473.261.598	Rp 1.914
RS 1,RB 2 dan RU 1	46.218.944			Rp 9.947.133.836	Rp 21.914.632.657	Rp 41.341.628.865	Rp 14.104.412.018	Rp 2.064.366.898	Rp 89.372.174.274	Rp 1.934
RS 1,RB 2 dan RU 2	46.218.707			Rp 9.947.133.836	Rp 21.914.632.657	Rp 30.072.844.607	Rp 22.773.832.983	Rp 1.830.079.554	Rp 86.538.523.638	Rp 1.872
RS 1,RB 2 dan RU 3	46.219.024			Rp 9.947.133.836	Rp 21.914.632.657	Rp 41.078.196.149	Rp 15.324.655.518	Rp 2.045.339.252	Rp 90.309.957.412	Rp 1.954
RS 1,RB 2 dan RU 4	46.219.187			Rp 9.947.133.836	Rp 21.914.632.657	Rp 29.439.559.818	Rp 25.689.985.774	Rp 1.793.153.496	Rp 88.784.465.581	Rp 1.921
RS 1,RB 2 dan RU 5	46.218.763			Rp 9.947.133.836	Rp 26.063.729.167	Rp 33.744.455.813	Rp 12.046.664.839	Rp 1.970.764.338	Rp 83.772.747.994	Rp 1.813
RS 1,RB 2 dan RU 6	46.218.940			Rp 9.947.133.836	Rp 26.063.729.167	Rp 33.666.499.549	Rp 13.465.070.969	Rp 1.952.997.702	Rp 85.095.431.222	Rp 1.841
RS 1,RB 3 dan RU 1	46.218.857			Rp 9.946.232.716	Rp 24.857.943.030	Rp 41.705.459.049	Rp 11.404.915.698	Rp 2.072.146.758	Rp 89.986.697.250	Rp 1.947
RS 1,RB 3 dan RU 2	46.218.620			Rp 9.946.232.716	Rp 24.857.943.030	Rp 30.436.674.791	Rp 20.074.336.664	Rp 1.837.859.414	Rp 87.153.046.614	Rp 1.886
RS 1,RB 3 dan RU 3	46.218.937			Rp 9.946.232.716	Rp 24.857.943.030	Rp 41.442.026.333	Rp 12.625.159.198	Rp 2.053.119.112	Rp 90.924.480.388	Rp 1.967
RS 1,RB 3 dan RU 4	46.219.100			Rp 9.946.232.716	Rp 24.857.943.030	Rp 29.803.390.002	Rp 22.990.489.454	Rp 1.800.933.356	Rp 89.398.988.558	Rp 1.934
RS 1,RB 3 dan RU 5	46.218.676			Rp 9.946.232.716	Rp 29.007.039.539	Rp 34.108.285.997	Rp 9.347.168.519	Rp 1.978.544.198	Rp 84.387.270.970	Rp 1.826
RS 1,RB 3 dan RU 6	46.218.853			Rp 9.946.232.716	Rp 29.007.039.539	Rp 34.030.329.732	Rp 10.765.574.649	Rp 1.960.777.562	Rp 85.709.954.198	Rp 1.854
RS 1,RB 4 dan RU 1	46.218.699			Rp 9.946.232.716	Rp 24.857.943.030	Rp 36.711.770.798	Rp 11.865.267.235	Rp 2.036.898.446	Rp 85.418.112.225	Rp 1.848
RS 1,RB 4 dan RU 2	46.218.462			Rp 9.946.232.716	Rp 24.857.943.030	Rp 25.442.986.541	Rp 20.534.688.201	Rp 1.802.611.102	Rp 82.584.461.589	Rp 1.787
RS 1,RB 4 dan RU 3	46.218.779			Rp 9.946.232.716	Rp 24.857.943.030	Rp 36.448.338.083	Rp 13.085.510.735	Rp 2.017.870.800	Rp 86.355.895.363	Rp 1.868
RS 1,RB 4 dan RU 4	46.218.942			Rp 9.946.232.716	Rp 24.857.943.030	Rp 24.809.701.751	Rp 23.450.840.991	Rp 1.765.685.045	Rp 84.830.403.533	Rp 1.835
RS 1,RB 4 dan RU 5	46.218.518			Rp 9.946.232.716	Rp 29.007.039.539	Rp 29.114.597.747	Rp 9.807.520.056	Rp 1.943.295.886	Rp 79.818.685.945	Rp 1.727
RS 1,RB 4 dan RU 6	46.218.695			Rp 9.946.232.716	Rp 29.007.039.539	Rp 29.036.641.482	Rp 11.225.926.186	Rp 1.925.529.250	Rp 81.141.369.173	Rp 1.756

Skenario	Area Distribusi	Alternatif Rute Kapal	Total Muatan Terangkut (/tahun)	Depot - SPPBE (Skid Tank)	Truk	Kapal	Truk Pelabuhan	IC (/tahun)	Total Biaya (/tahun)	Unit Cost (Rp/tabung)
S K E N A R I O 2	(Barat - Utara) +Selatan	RS 1 dan RB 1 - RU 1	46.218.950	Rp 9.946.232.716	Rp 21.914.632.657	Rp 56.096.614.765	Rp 11.557.536.300	Rp 2.134.796.917	Rp 101.649.813.355	Rp 2.199
		RS 1 dan RB 1 - RU 2	46.219.031	Rp 9.946.232.716	Rp 21.914.632.657	Rp 45.859.098.520	Rp 20.807.676.074	Rp 1.924.842.514	Rp 100.452.482.481	Rp 2.173
		RS 1 dan RB 1 - RU 3	46.218.446	Rp 9.946.232.716	Rp 21.914.632.657	Rp 53.347.797.267	Rp 12.176.099.619	Rp 2.203.730.699	Rp 99.588.492.959	Rp 2.155
		RS 1 dan RB 1 - RU 4	46.219.084	Rp 9.946.232.716	Rp 21.914.632.657	Rp 45.770.596.649	Rp 25.680.937.404	Rp 1.918.553.880	Rp 105.230.953.305	Rp 2.277
		RS 1 dan RB 1 - RU 5	46.218.536	Rp 9.946.232.716	Rp 26.063.729.167	Rp 41.939.813.358	Rp 9.703.790.786	Rp 2.055.094.836	Rp 89.708.660.863	Rp 1.941
		RS 1 dan RB 1 - RU 6	46.218.755	Rp 9.946.232.716	Rp 26.063.729.167	Rp 41.867.729.429	Rp 10.496.398.625	Rp 2.042.854.230	Rp 90.416.944.166	Rp 1.956
		RS 1 dan RB 2 - RU 1	46.218.583	Rp 9.946.232.716	Rp 21.914.632.657	Rp 45.662.455.233	Rp 12.638.908.232	Rp 2.075.935.795	Rp 92.238.164.634	Rp 1.996
		RS 1 dan RB 2 - RU 2	46.218.674	Rp 9.946.232.716	Rp 21.914.632.657	Rp 37.468.182.516	Rp 23.721.934.214	Rp 1.793.544.505	Rp 94.844.526.608	Rp 2.052
		RS 1 dan RB 2 - RU 3	46.218.829	Rp 9.946.232.716	Rp 21.914.632.657	Rp 44.853.177.039	Rp 14.016.940.072	Rp 2.057.898.859	Rp 92.788.881.343	Rp 2.008
		RS 1 dan RB 2 - RU 4	46.218.744	Rp 9.946.232.716	Rp 21.914.632.657	Rp 39.521.125.674	Rp 25.162.386.147	Rp 1.725.365.891	Rp 98.269.743.085	Rp 2.126
		RS 1 dan RB 2 - RU 5	46.218.536	Rp 9.946.232.716	Rp 26.063.729.167	Rp 35.099.379.574	Rp 10.787.949.162	Rp 1.977.648.211	Rp 83.874.938.830	Rp 1.815
		RS 1 dan RB 2 - RU 6	46.218.483	Rp 9.946.232.716	Rp 26.063.729.167	Rp 35.054.786.780	Rp 12.305.883.978	Rp 1.957.336.440	Rp 85.327.969.081	Rp 1.846
		RS 1 dan RB 3 - RU 1	46.218.631	Rp 9.946.232.716	Rp 24.857.943.030	Rp 56.340.678.383	Rp 12.046.252.321	Rp 2.058.063.787	Rp 105.249.170.237	Rp 2.277
		RS 1 dan RB 3 - RU 2	46.218.524	Rp 9.946.232.716	Rp 24.857.943.030	Rp 42.128.298.047	Rp 21.453.410.130	Rp 1.906.452.065	Rp 100.292.335.988	Rp 2.170
		RS 1 dan RB 3 - RU 3	46.218.434	Rp 9.946.232.716	Rp 24.857.943.030	Rp 53.606.979.608	Rp 12.910.521.655	Rp 2.096.590.608	Rp 103.418.267.618	Rp 2.238
		RS 1 dan RB 3 - RU 4	46.218.631	Rp 9.946.232.716	Rp 24.857.943.030	Rp 46.213.419.165	Rp 22.845.100.897	Rp 1.855.178.969	Rp 105.717.874.777	Rp 2.287
		RS 1 dan RB 3 - RU 5	46.218.787	Rp 9.946.232.716	Rp 29.007.039.539	Rp 41.968.020.444	Rp 9.581.394.903	Rp 1.976.948.001	Rp 92.479.635.603	Rp 2.001
		RS 1 dan RB 3 - RU 6	46.218.780	Rp 9.946.232.716	Rp 29.007.039.539	Rp 38.792.070.988	Rp 9.597.553.089	Rp 2.030.114.085	Rp 89.373.010.417	Rp 1.934
		RS 1 dan RB 4 - RU 1	46.218.443	Rp 9.946.232.716	Rp 24.857.943.030	Rp 48.468.617.322	Rp 12.514.274.465	Rp 1.940.617.625	Rp 97.727.685.158	Rp 2.114
		RS 1 dan RB 4 - RU 2	46.218.759	Rp 9.946.232.716	Rp 24.857.943.030	Rp 33.727.364.193	Rp 20.418.356.715	Rp 1.775.081.495	Rp 90.724.978.148	Rp 1.963
		RS 1 dan RB 4 - RU 3	46.218.862	Rp 9.946.232.716	Rp 24.857.943.030	Rp 44.277.008.218	Rp 13.496.819.820	Rp 1.964.304.917	Rp 94.542.308.700	Rp 2.046
		RS 1 dan RB 4 - RU 4	46.218.637	Rp 9.946.232.716	Rp 24.857.943.030	Rp 38.319.158.180	Rp 25.673.934.099	Rp 1.729.631.098	Rp 100.526.899.123	Rp 2.175
		RS 1 dan RB 4 - RU 5	46.218.787	Rp 9.946.232.716	Rp 29.007.039.539	Rp 35.582.256.954	Rp 10.007.600.558	Rp 1.896.999.238	Rp 86.440.129.006	Rp 1.870
		RS 1 dan RB 4 - RU 6	46.218.698	Rp 9.945.331.596	Rp 29.007.039.539	Rp 34.891.444.408	Rp 11.253.829.463	Rp 1.870.218.781	Rp 86.967.863.788	Rp 1.882

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis adalah ISNA NUR ROMADHONI, dilahirkan di Klaten, 16 Januari 1998. Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari SDN 2 Puluhan (2004-2010), SMPN 1 Cawas (2010-2013), SMAN 1 Cawas (2013-2016), dan pada tahun 2016 penulis diterima sebagai mahasiswa Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) melalui jalur SNMPTN. Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai organisasi dan kegiatan, seperti LKMM Pra Tingkat Dasar Fakultas Teknologi Kelautan di tahun 2016 dan LKMM Tingkat Dasar Departemen Teknik Transportasi Laut di tahun 2017. Untuk organisasi yang pernah dilakukan oleh penulis diantaranya Staff Logistik UKM Sepakbola ITS tahun 2017/2018, Staff BSO Event Lembaga Minat Bakat ITS tahun 2017/2018, dan Staff Ahli Logistik UKM Sepakbola ITS tahun 2018/2019. Selain itu juga pernah memenangkan lomba tingkat regional yaitu juara 3 Liga Mahasiswa Cabang Olahraga Futsal Putri 2017. Selain itu penulis juga mendapatkan Beasiswa Bidikmisi dari pemerintah. Tahun 2019 penulis melakukan Kerja Praktek I di TPK KOJA Jakarta dan pada tahun 2020 penulis melakukan Kerja Praktek II di PT. Petrokimia Gresik. Saat ini penulis tinggal di Klaten. Untuk berkomunikasi bisa langsung kontak ke nomor berikut ini 085732590968/085704117277 atau e-mail ke: isnanur509@gmail.com