



TUGAS AKHIR - MS184801

**MODEL STANDARD ANGKUTAN LAUT :
STUDI KASUS ANGKUTAN PETIKEMAS**

Mohammad Abdan Hanif Nashrullah
NRP. 0441154 000 0043

Dosen Pembimbing
Ir. Tri Achmadi, Ph.D
Christino Boyke S P, S.T., M.T

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



TUGAS AKHIR - MS 184801

**MODEL STANDARD ANGKUTAN LAUT :
STUDI KASUS ANGKUTAN PETIKEMAS**

Mohammad Abdan Hanif NAshrullah
NRP. 0441154 000 0043

Dosen Pembimbing
Ir. Tri Achmadi, Ph.D
Christino Boyke S P, S.T.,M.T

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



FINAL PROJECT - MS 184801

**STANDARD MODEL OCEAN TRANSPORTATION :
CASE OF STUDY CONTAINER CARRIER**

Mohammad Abdan Hanif Nashrullah
NRP. 0441154 000 0043

Supervisors

Ir. Tri Achmadi, Ph.D

Christino Boyke S P, S.T.,M.T.

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

LEMBAR PENGESAHAN

MODEL STANDARD ANGKUTAN LAUT : STUDI KASUS ANGKUTAN PETIKEMAS

TUGAS AKHIR

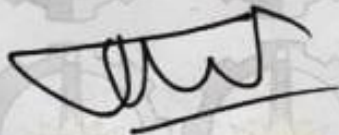
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MOHAMMAD ABDAN HANIF NASHRULLAH
NRP. 0441154 000 0043

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

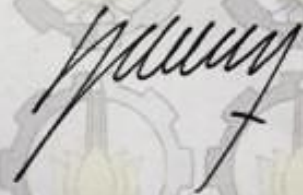
Dosen Pembimbing I



Ir. Tri Achmadi, Ph.D
NIP. 196501101988031001



Dosen Pembimbing II



Christino Boyke S.P.S.T., M.T.
NIP. 198310302015041000

SURABAYA, JANUARI 2020

LEMBAR REVISI

MODEL STANDARD ANGKUTAN LAUT : STUDI KASUS ANGKUTAN PETIKEMAS

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir

Tanggal 22 Januari 2020

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

MOHAMMAD ABDAN HANIF NASHRULLAH

N.R.P 04411540000043

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Hasan Iqbal Nur, S.T.,M.T.
2. Pratiwi Wuryaningrum, S.T.,M.T.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D.
2. Christino Boyke SP, S.T.,M.T



SURABAYA, JANUARI 2020

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala karunia yang diberikan Tugas Akhir penulis yang berjudul **“Model Standard Angkutan Laut : Studi Kasus Angkutan Petikemas”** ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Tri Achmadi Ph.D selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Christiano Boyke, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan arahan kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir.
2. Dosen-dosen Departemen Teknik Transportasi Laut atas bantuan dan arahan selama proses perkuliahan.
3. Ibu Levi, Kinanthi Sajda Tsabita dan anggota keluarga lain yang selalu memberikan dukungan moril dan materil, doa-doa yang membangun dan mencarikan data untuk kelancaran penyusunan tugas akhir ini.
4. Teman-teman Seatrans 2015 (T-13 BRIGANTINE) yang telah memberikan ilmunya serta senantiasa memberikan dukungannya agar penulis tidak ‘buntu’
5. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya. Serta tidak lupa penulis memohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam laporan ini.

Surabaya, Januari 2020

Penulis

MODEL STANDARD ANGKUTAN LAUT : STUDI KASUS ANGKUTAN PETIKEMAS

Nama Mahasiswa : Mohammad Abdan Hanif Nashrullah
NRP : 04411440000043
Departemen / Fakultas : Teknik Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D.
2. Christino Boyke S P, S.T.,M.T

ABSTRAK

Dampak dari fenomena penggunaan angkutan petikemas akan dirasakan oleh pihak pengguna jasa. Dengan adanya kenaikan tariff per petikemas yang cenderung tidak stabil berimbas pada harga muatan per unit naik. Tingginya biaya logistic yang harus dikeluarkan menyebabkan harga per unit suatu barang menjadi tidak terkendali. Ketidakpastian banyak muatan yang diangkut per *voyage* membuat tariff yang diberlakukan juga tidak stabil. Tujuan dari penelitian meramal biaya tiap unit dan ukuran kapal jasa angkut petikemas berdasarkan perubahan permintaan dan jarak rute pelayaran. menganalisis hubungan antara daya angkut dan frekuensi terhadap pendapatan kotor suatu perusahaan pelayaran. Metode optimasi digunakan untuk mendapatkan ukuran dan biaya per unit dengan kondisi tertentu. Hasil kondisi saat ini dituliskan dengan persamaan Biaya Satuan saat ini $\rightarrow y = 2E+06x^{(-0,342)}$ ($R^2 = 0,238$) menjelaskan kondisi tarif saat ini belum optimum. Model ini menghasilkan persamaan garis biaya per unit untuk Angkutan Petikemas $\rightarrow y = 1E+09x^{(-0,759)}$ ($R^2 = 0,8634$) dan persamaan garis biaya per unit untuk angkutan SPCB $\rightarrow y = 6E+07x^{(-0,59)}$ ($R^2 = 0,8234$). Model juga menghasilkan persamaan untuk ukuran kapasitas angkutan Petikemas $\rightarrow y = 3E-05x + 57,662$ ($R^2=0,943$) dan untuk ukuran kapasitas angkutan SPCB $\rightarrow y = 2E-05x + 94,446$ ($R^2=0,997$) Analisis sensitivitas terhadap *Load Factor* dan pola operasi kapal kondisi saat ini. Minimum *Load factor* Surabaya - Banjarmasin 76% Suarabaya - Ambon 54% dan Surabaya - Serui 48%. Pola operasi mampu menurunkan biaya per unit tujuan Ambon sebesar 50% dan tujuan Serui sebesar 63% dengan kondisi *load factor* 100% dan kondisi tertentu yang lain.

Kata Kunci —Petikemas, SPCB, *Unit Cost*, *standard*, *tariff*, Metode Optimasi, Kapasitas.

STANDARD MODEL OF OCEAN TRANSPORTATION : CASE OF STUDY CONTAINER CARRIER

Author : Mohammad Abdan Hanif Nashrullah
ID No. : 04411440000043
Dept. / Faculty : Marine Transportation Engineering / Marine Technology
Supervisors : 1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D
2. Christino Boyke S P, S.T.,M.T

ABSTRACT

The impact of the phenomenon of the use of container transport will be felt by the service user. With the increase in tariffs per container, which tends to be unstable, the price of the unit load rises. The high logistics costs that must be spent causes the price per unit of an item to become uncontrollable. The uncertainties of many cargo transported per voyage make the tariffs applied are also unstable. The purpose of the study is to predict the cost of each unit and the size of container shipping services based on changes in demand and the distance of shipping routes. Analyzing the relationship between the carrying capacity and frequency of the gross revenue of a shipping company. The optimization method is used to obtain the size and cost per unit with certain conditions. The results of the current conditions are written with the equation $Biaya\ Satuan\ saat\ ini \rightarrow y = 2E+06x^{(-0,342)}$ ($R^2 = 0,238$) explaining the current tariff conditions are not yet optimum. This model produces the cost line equation per unit for Container Transport Petikemas $\rightarrow y = 1E+09x^{(-0,759)}$ ($R^2 = 0,8634$) and the cost line equation per unit for SPCB transport SPCB $\rightarrow y = 6E+07x^{(-0,59)}$ ($R^2 = 0,8234$). The model also produces equations for the size of container transport capacity $y = 2E-05x + 94.444$ ($R2 = 0.943$) and for the size of the SPCB transport capacity $y = 3E-05x + 57.662$ ($R2 = 0.997$) Sensitivity analysis of Load Factor and current vessel operating patterns this. Minimum Load factor Surabaya - Banjarmasin 76% Suarabaya - Ambon 54% and Surabaya - Serui 48%. This pattern of operation can reduce the cost per unit of Ambon destination by 50% and Serui destination by 63% with a load factor of 100% and certain other conditions.

Keywords — Packing, SPCB, Unit Cost, standard, tariff, Optimization Method, Capacity.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR REVISI	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Hipotesis	4
1.6 Batasan Masalah	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 2010 Tentang Angkutan di Perairan	5
2.1.1 Pasal 11 ayat 1 poin E	5
2.1.2 Bab VII Pasal 172 ayat 3	5
2.2 Analisis Perencanaan Kapal	5
2.2.1 Perhitungan Hambatan Kapal	5
2.2.2 Perhitungan Komponen DWT dan Titik Berat	7
2.2.3 Perhitungan Komponen LWT dan Titik Berat	9
2.2.4 Perhitungan Berat dan Titik Berat Total	10
2.2.5 Perhitungan Archimedes	11
2.2.6 Perhitungan <i>Freeboard</i>	11
2.2.7 Perhitungan Kapasitas Ruang Muat	12
2.2.8 Perhitungan Stabilitas	13
2.2.9 Perhitungan Tonase Kapal	14
2.3 Analisis Biaya Transportasi Laut	16
2.3.1 Biaya Kapital / <i>Capital Cost</i>	16

2.3.2	Biaya Operasional / <i>Operating Cost</i>	17
2.3.3	Biaya Pelayaran / <i>Voyage Cost</i>	17
2.3.4	Biaya Bongkar Muat / <i>Cargo Handling Cost</i>	19
2.4	Teori Optimasi	19
2.4.1	Optimasi Ukuran Kapal	19
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1	Diagram Alir	21
3.2	Tahap Pengerjaan	21
3.3	Model Matematis	23
BAB 4	GAMBARAN UMUM.....	27
4.1	Kondisi Pelayaran di Indonesia.....	27
4.2	Kondisi Permintaan (<i>Demand</i>).....	28
4.3	Kondisi Persaingan Perusahaan Pelayaran di Indonesia.....	30
4.3.1	Perbandingan Armada Perusahaan Pelayaran di Indonesia.....	33
4.4	Kondisi Pola Operasi Saat ini	34
4.4.1	Wilayah Kalimantan	34
4.4.2	Wilayah Sulawesi	35
4.4.3	Wilayah Papua	36
4.5	Kondisi <i>Load Factor</i> saat ini.....	37
4.6	Kondisi Tarif Pasar	38
4.6.1	Penentuan <i>Freight Cost</i> Pelayaran Domestik.....	39
4.6.2	Proses Pemilihan Kapal	40
BAB 5	ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	41
5.1	Perhitungan Biaya Transportasi Laut.....	41
5.1.1	Biaya Kapital / <i>Capital Cost</i>	41
5.1.2	Biaya Operasional / <i>Operating Cost</i>	44
5.1.3	Biaya Pelayaran / <i>Voyaged Cost</i>	46
5.1.4	Biaya Bongkar Muat.....	49
5.1.5	Biaya Total / <i>Total Cost</i>	50
5.2	Metode Optimasi.....	51
5.2.1	Proses Optimasi	52
5.2.2	Hasil Optimasi	53
5.3	Pembahasan.....	53

5.3.1	Biaya per Unit	54
5.3.2	Ukuran Kapal	56
5.3.3	Keterkaitan Persamaan Biaya per Unit dan Ukuran Kapasitas Kapal	57
5.4	Analisis Sensitivitas	59
5.4.1	Analisis Sensitivitas <i>Load Factor</i> terhadap Tarif Pasar	59
5.4.2	Analisis Sensitivitas Pola Operasi <i>Multiport</i>	64
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	69
6.1	Kesimpulan.....	69
6.2	Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	72
BIODATA PENULIS	73
LAMPIRAN	74
Lampiran 1.	Perhitungan Ukuran Kapal	75
Lampiran 2.	Perhitungan Biaya Transportasi Laut	83
Lampiran 3.	Rekapan Hasil Solver	91
Lampiran 4.	Perhitungan MultiPort	93
Lampiran 5.	Data Kapal Perusahaan Pelayaran di Indonesia	106

DAFTAR TABEL

Table 4-1 Permintaan Tiap Wilayah.....	29
Table 4-2 Tabel Jarak Asal Surabaya	30
Table 4-3 Kondisi Persaingan Antar Perusahaan	30
Table 5-1 Tabel Hasil Perhitungan Biaya Kapital	41
Table 5-2 Perhitungan Berat Baja Total	42
Table 5-3 Perhitungan Biaya Kapital.....	43
Table 5-4 Pembagian Dana.....	44
Table 5-5 Tabel Perhitungan Biaya Operasional	45
Table 5-6 Hasil Perhitungan Biaya Operasional.....	45
Table 5-7 Tabel Perhitungan BBM.....	46
Table 5-8 Tarif Pelabuhan	47
Table 5-9 Perhitungan Biaya Pelabuhan.....	47
Table 5-10 Hasil Perhitungan Biaya Pelayaran	48
Table 5-11 Tarif Bongkar Muat.....	49
Table 5-12 Perpotongan Antar Persamaan	55
Table 5-13 Rentang Permintaan dan Jarak	59
Table 5-14 Sensitivitas <i>load factor</i> Banjarmasin.....	60
Table 5-15 Sensitivitas <i>load factor</i> Ambon.....	61
Table 5-16 Sensitivitas <i>load factor</i> Serui	63
Table 5-17 Proporsi Tiap Tujuan.....	64
Table 5-18 Persentase Rata-Rata Muatan Balik	65
Table 5-19 Muatan Lanjutan (Hijau) Kondisi 1 (Atas) Kondisi 2 (Bawah).....	65
Table 5-20 Proporsi Sekali Angkut Kondisi 1	67
Table 5-21 <i>load factor</i> tiap Tujuan	67
Table 5-22 Proporsi Sekali Angkut Kondisi 2.....	68
Table 5-23 <i>Load Factor</i> tiap Tujuan Pola Serui	68

DAFTAR GAMBAR

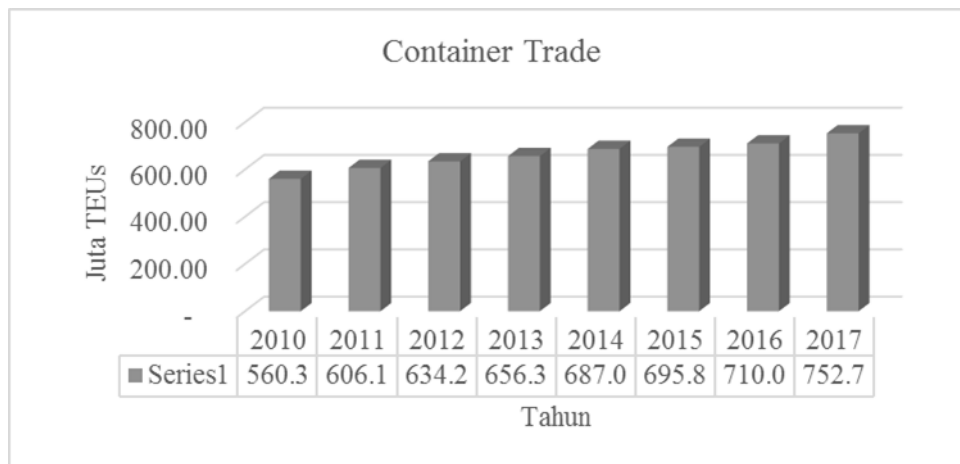
Gambar 1-1 Tren Petikemas	1
Gambar 3-1 Diagram Alir Metodologi	21
Gambar 4-1 Perbandingan Jumlah Perusahaan Pelayaran dengan Unit Kapal.....	27
Gambar 4-2 Pesebaran Tujuan PT.X	28
Gambar 4-3 Pesebaran Perusahaan Pelayaran di Indonesia	31
Gambar 4-4 Grafik Perbandingan Armada antar Perusahaan.....	33
Gambar 4-5 Tujuan PT.X	34
Gambar 4-6 Pola Operasi Kalimantan	35
Gambar 4-7 Pola Operasi Sulawesi	36
Gambar 4-8 Pola Operasi Papua	36
Gambar 4-9 Grafik <i>Load Factor</i> per kapal	37
Gambar 4-10 Tarif saat ini	38
Gambar 4-11 Tarif Muatan Balik (ke Surabaya)	39
Gambar 4-12 Alur Pemuatan / Batal Muat	40
Gambar 5-1 Perbandingan Kapal Petikemas & SPCB	51
Gambar 5-2 Perbandingan Antar Komponen Biaya	51
Gambar 5-3 Objective Fuction, Contrainsts dan Decision Variable	53
Gambar 5-4 Hasil Optimasi Biaya per Unit.....	54
Gambar 5-5 Perpotongan Antar Persamaan Garis	55
Gambar 5-6 Grafik Ukuran Kapal	57
Gambar 5-7 Grafik Kapasitas Kapal.....	58
Gambar 5-8 Grafik Kebutuhan Jumlah Armada.....	59
Gambar 5-9 Grafik Keuntungan/Kerugian Banjarmasin	60
Gambar 5-10 Grafik Sensitivitas Permintaan Banjarmasin	61
Gambar 5-11 Grafik <i>load factor</i> Ambon	62
Gambar 5-12 Grafik Sensitivitas Permintaan Ambon	62
Gambar 5-13 Grafik Sensitivitas <i>Load Factor</i> Serui	63
Gambar 5-14 Sensitivitas Permintaan Serui	64
Gambar 5-15 Kondisi Muatan Balik.....	65

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era persaingan dibidang transportasi semakin kompeteter dengan mengacu pada sistem transportasi global sebagai regulator tentunya mempunyai perencanaan dan persiapan yang strategis dalam menghadapi persaingan dengan mengedepankan perencanaan yang matang untuk masa yang akan datang Industri jasa pengiriman berkontribusi untuk memberikan nilai tambah dari pergerakan barang / komoditas agar dicapai kinerja yang lebih baik, cepat, dan murah (better, faster, and cheaper). Barang dikirim dengan menggunakan jenis kemasan seperti karung sak, drum, pallet, dan beberapa kemasan lainnya.



Sumber : UNCTAD 2016

Gambar 1-1Tren Petikemas

Oleh karena itu, tahun 1950 diciptakan kemasan yang memiliki standarisasi ukuran yang disamakan yaitu petikemas. Semakin tahun, tingkat penggunaan peti kemas semakin meningkat yang menyebabkan kapal-kapal petikemas semakin bertambah banyak dengan ukuran yang semakin lama semaki besar. Tahun 2019, penggunaan peti kemas meningkat sebesar 6% dari 710 juta TEUs pada tahun 2016 menjadi 752 juta TEUs di tahun 2019 dimana Asia memiliki perkembangan paling tinggi yaitu sekitar 60%. (UNCTAD, 2017).

Meskipun telah terjadi peningkatan tren penggunaan kontainer 2010 hingga 2019 dalam pengiriman muatan kontainer belum ada standar penggunaan kapal berdasarkan rentang muatan yang akan yang dikirim dalam TEUs. Industri pelayaran memegang

peranan penting dalam kegiatan perdagangan antar wilayah. Hal tersebut dibuktikan dengan 80% arus barang yang diperdagangkan baik antar negara maupun domestik dikirimkan melalui jalur laut dengan menggunakan kapal dan diprediksi meningkat sebanyak 2 kali lipat pada tahun 2030 seiring dengan perkembangan perdagangan. (UNCTAD 2016). Transportasi laut dipilih karena dapat menjangkau berbagai wilayah di penjuru wilayah negeri dengan biaya lebih murah dan muatan dalam jumlah besar dapat diangkut jika dibandingkan dengan transportasi udara dan darat.

Banyaknya permintaan untuk memenuhi kebutuhan antar dunia mendorong kemajuan industri yang pada akhirnya mendorong kemajuan perekonomian suatu negara. Oleh karena itu, industri pelayaran merupakan turunan dari ekonomi dalam skala makro. Meskipun demikian, industri pelayaran memiliki risiko tinggi mengingat pelayaran bersifat global dan terus berkembang secara dinamis. Risiko tinggi tersebut merupakan dampak dari permainan pasar dimana para pelaku industri pelayaran saling berkompetisi yang tidak sehat dalam menentukan tarif angkut untuk muatan dalam bentuk petikemas.

Dalam menanggapi tren ini, industri pelayaran khususnya di moda jenis kemasan petikemas mendapatkan udara segar pasalnya akan ada kenaikan permintaan untuk muatan dengan kemasan petikemas. Dengan adanya tren kenaikan penggunaan petikemas tarif jasa angkut petikemas ini dalam satu dekade kedepan akan mengalami perubahan tariff yang luar biasa rentan terjadinya praktek monopoli dalam perberlakuan tariff jasa angkut petikemas via laut.

Dampak dari fenomena tersebut akan dirasakan oleh pihak pengguna jasa. Dengan adanya kenaikan tariff per petikemas yang cenderung tidak stabil berimbas pada harga muatan per unit naik. Tingginya biaya logistic yang harus dikeluarkan menyebabkan harga per unit suatu barang menjadi tidak terkendali. Ketidakpastian banyak muatan yang diangkut per voyage membuat tariff yang diberlakukan juga tidak stabil.

Oleh sebab itu, penelitian ini akan memodelkan biaya jasa angkutan laut per petikemas berdasarkan naik turunnya pengguna jasa pelayaran yang berdampak pada daya angkut suatu kapal serta jumlah perjalanan yang dapat dilakukan per kapal dalam setahun. Frekuensi kapal per tahun mengindikasikan besarnya pendapatan kotor dari suatu perusahaan pelayaran. Maka dari itu perlu adanya standar biaya jasa angkutan laut untuk menanggulangi praktek monopoli tariff jasa angkutan laut pada suatu rute secara makro. Dengan adanya standar, tariff jasa angkutan laut lebih dapat dikendalikan serta

membantu dalam memberlakukan tariff jasa angkutan laut yang berlaku dalam suatu rute pelayaran.

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang dapat dikaji dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kesesuaian antara tarif yang berlaku saat ini dengan jumlah permintaan dan jarak?
2. Bagaimana standar biaya per unit dan ukuran kapasitas jasa angkutan petikemas berdasarkan perubahan permintaan dan jarak rute?
3. Bagaimana hubungan jumlah daya angkut dan pola operasi kapal terhadap pendapatan kotor suatu perusahaan pelayaran?

1.3 Tujuan

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

1. Mengetahui kesesuaian antara biaya satuan yang berlaku saat ini dengan jumlah permintaan dan jarak.
2. Mengetahui standar biaya per unit dan ukuran jasa angkutan petikemas berdasarkan perubahan permintaan dan jarak rute.
3. Menganalisis hubungan jumlah daya angkut dan pola operasi kapal terhadap pendapatan kotor suatu perusahaan pelayaran.

1.4 Manfaat

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

1. Memberikan rekomendasi perhitungan biaya per unit untuk penentuan tarif pasar.
2. Memberikan rekomendasi *load factor* berdasarkan tariff pasar .
3. Memberikan rekomendasi pemilihan ukuran daya angkut berdasarkan permintaan dan jarak kondisi saat ini
4. Memberikan rekomendasi pemilihan jenis kapal yang digunakan berdasarkan permintaan dan jarak

1.5 Hipotesis

Dugaan awal dari Tugas Akhir ini adalah, sebagai berikut :

Pengaruh pemilihan ukuran kapal yang akan digunakan untuk per shipment pada tujuan tertentu memengaruhi load factor dari kapal terpilih. Penyusunan biaya per unit (TEUs) dipengaruhi besarnya jarak tempuh dan permintaan.

1.6 Batasan Masalah

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

1. Rekomendasi jenis moda yang digunakan tidak memerhatikan kondisi alam.
2. Lingkup penelitian ini adalah pelayaran domestik
3. Pemilihan jenis kapal hanya untuk kapal petikemas dan *Self Proppelled Container Barge* (SPCB)
4. Dalam penelitian ini perhitungan ukuran kapal dihitung untuk mendapatkan biaya per unit terendah.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 2010 Tentang Angkutan di Perairan

2.1.1 Pasal 11 ayat 1 poin E

Dalam Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 2010 Pasal 11 ayat 1 poin e dijelaskan bahwa pengoperasian pada jaringan trayek/rute tetap dan teratur perusahaan pelayaran perlu mempertimbangkan 5 poin salah satu dari poin tersebut adalah poin e yang berbunyi ” tipe dan ukuran kapal sesuai dengan kebutuhan.” poin ini sebagai landasan dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.

2.1.2 Bab VII Pasal 172 ayat 3

Dalam proses berlangsungnya bisnis pelayaran Pasal 172 ayat 3 menjelaskan struktur tarif sebagai acuan dalam menentukan tarif tiap unit.

Struktur tarif angkutan barang sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan kerangka tarif yang dikaitkan dengan:

- a. kekhususan jenis barang;
- b. bentuk kemasan;
- c. volume atau berat barang; dan
- d. jarak atau waktu tempuh.

2.2 Analisis Perencanaan Kapal

Penentuan ukuran kapal dilakukan dengan beberapa tahapan sesuai dengan buku Parametric Ship Design dengan tahapan sebagai berikut:

2.2.1 Perhitungan Hambatan Kapal

Dalam mendapatkan hasil ukuran kapal optimum, langkah awal yang dibutuhkan adalah menghitung tahanan kapal sesuai dengan formula pada buku Parametric Ship Design. Tahapan ini digunakan untuk menentukan daya yang akan dibutuhkan dalam menggerakkan kapal. Pemilihan mesin akan terhubung dengan optimasi ukuran utama sebagai fungsi dari hambatan total, dan hambatan total merupakan fungsi dari koefisien blok (CB), koefisien midship (CM), koefisien prismatic (CP), dan LCB. Rumusan

hambatan yang digunakan adalah sebagai berikut (Holtrop, J. and Mennen, G.GJ., 1988, An Approximate Power prediction Method, hal.166):

$$R = 1/2 \rho V_s^2 Stot [CF(1 + k) + CA] + \frac{Rw}{W} W \quad 2-1$$

Keterangan :

R = Hambatan total (kN)

ρ = massa jenis air laut (kg/m³)

V_s = Kecepatan kapal (m/s²)

Stot = Total luasan permukaan basah (WSA) dan luas permukaan basah tambahan (m²)

C_f = Koefisien tahanan gesek dari kapal (ITTC 1957)

CA = *Ship correlation allowance*

R_w = Hambatan gelombang (kN)

W = Gaya berak (kN)

Setelah semua harga komponen hambatan total sudah didapatkan, maka selanjutnya hambatan total dengan kulit kapal dalam keadaan bersih dapat dihitung dengan rumus yang sudah diberikan sebelumnya di atas. Kemudian pada harga hambatan total tersebut ditambahkan sea margin sebesar 15 % (penambahan hambatan kapal ketika kapal beroperasi ; kekasaran pada lambung kapal). Langkah selanjutnya adalah menghitung propulsi untuk menghasilkan daya motor yang digunakan.

Untuk perhitungan daya motor induk (PB), rumus dalam "*Parametric Design Chapter 11*" diberikan sebagai berikut :

$$PB = BHP \text{ (break house power)} \\ = \frac{PD}{\eta_s \eta_{rg}} \text{ [kW]} \quad 2-2$$

dimana :

$$PD = DHP \text{ (delivered power at propeller)} \\ = \frac{R_T \cdot V_S}{\eta_D} \text{ [kW]} \quad 2-3$$

η_s = *shaft efficiency*

= 0.98 – 0.985

η_{rg} = *reduction gear efficiency*

= 0.98

Setelah mendapat harga PB, kemudian dilakukan koreksi kerugian akibat letak kamar mesin dan rute pelayaran :

Koreksi akibat letak kamar mesin = 5% PB

Koreksi akibat rute = 10% PB

Sehingga total PB = PB + 5%PB + 10%PB

Dalam model perhitungan, penulis mencantumkan sejumlah jenis mesin utama dan bantu dengan berbagai spesifikasi daya yang berbeda-beda. Mesin akan terpilih secara otomatis berdasarkan besaran daya yang didapat dari perhitungan.

2.2.2 Perhitungan Komponen DWT dan Titik Berat

DWT terdiri dari beberapa komponen, yaitu : payload, consumable dan crew. Pada umumnya besar payload $\pm 90\%$ DWT. Adapun consumable terdiri dari fuel oil (bahan bakar),lubrication oil (minyak pelumas), diesel oil (minyak diesel), air tawar (fresh water), provision dan store. Setelah berat komponen DWT didapatkan, maka dilakukan perhitungan titik berat DWT untuk mencari harga KG.

1. Bahan Bakar Minyak (BBM)

V_{FO} = volume fuel oil

$$V_{FO} = \frac{W_{FO}}{\rho_{FO}} + \text{koreksi} \quad [\text{m}^3] \quad [\text{Watson, Chapter 11, hal11-24}] \quad 2-4$$

dimana :

$$W_{FO} = \frac{\text{SFR} \cdot \text{MCR} \cdot \text{range}}{V_s \cdot \text{margin}} \quad [\text{Parametric design chapter 11 rumus 45}]$$

SFR = Specific Fuel Rate

$$= 0.000190 \quad [\text{ton/kW hr}] \quad [\text{untuk diesel engine}]$$

MCR = P_B [kW]

range = radius pelayaran [mil laut]

margin = $(1 + (5\% \sim 10\%)) \cdot W_{FO}$ [ton]

ρ_{fo} = berat jenis fuel oil

$$= 0.95 \text{ ton/m}^3$$

koreksi :

- Tambahan konstruksi = +2% WFO
- Expansi Panas = 2% WFO

V_{AE} = volume fuel oil

$$V_{AE} = \frac{W_{AE}}{\rho_{AE}} + \text{koreksi} \quad [\text{m}^3] \quad [\text{Watson, Chapter 11, hal11-24}]$$

dimana :

$$W_{AE} = C_{AE} + W_{FO} \text{ [ton]}$$

$$C_{AE} = 0,1 \sim 0,2$$

$$\begin{aligned} \rho_{AE} &= \text{Berat Jenis Fuel Oil} \\ &= 0,85 \text{ ton/m}^3 \end{aligned}$$

Koreksi :

$$\text{Tambahan konstruksi} = +2\% W_{AE}$$

$$\text{Exapansi panas} = +2\% W_{AE}$$

2. Minyak Pelumas/Oli

V_{LO} = volume fuel oil

$$V_{LO} = \frac{W_{LO}}{\rho_{LO}} + \text{koreksi} \quad [\text{m}^3] \quad [\text{Watson, Chapter 11, hal11-24}]$$

dimana :

$$W_{LO} = 20 \text{ ton (Untuk medium speed diesel)}$$

$$\begin{aligned} \rho_{LO} &= \text{Berat jenis lubrication oil} \\ &= 0,9 \text{ ton/m}^3 \end{aligned}$$

3. Air Bersih

Untuk Kru Kapal

$$\begin{aligned} W_{FW1} &= \text{berat air tawar} \quad [\text{Watson, Chapter 11, hal11-24}] \\ &= Z_C \cdot C_{1fw} \cdot \frac{S}{V_S} \cdot \frac{1}{24} \cdot \frac{1}{1000} \quad [\text{ton}] \end{aligned}$$

dimana :

C_{1FW} = koefisien pemakaian air tawar untuk kru kapal

- Mandi dan cuci = 200 kg / orang/ hari
- Minum = 10-20 kg / orang / hari

Untuk pendingin

W_{FW2} = berat air tawar untuk pendingin

$$\begin{aligned} C_{2FW} &= \text{koefisien pemakaian air air tawar untuk pendingin} \\ &= 2 - 5 \text{ kg /HP} \end{aligned}$$

Sehingga :

V_{FW} = volume total air tawar

$$V_{FW} = \frac{W_{fw}}{\rho_{fw}} + \text{koreksi} \quad [\text{m}^3]$$

4. Provision dan Store

$$\begin{aligned} W_{PR} &= \text{Berat provision dan Store} && [Watson, Chapter 11, hal11-25] \\ &= Z_C \cdot C_P \cdot \frac{S}{V_s} \cdot \frac{1}{24} \cdot \frac{1}{1000} \end{aligned}$$

dimana :

$$\begin{aligned} C_P &= \text{koefisien kebutuhan konsumsi} \\ &= 3- 5 \text{ kg/ orang / hari} \end{aligned}$$

Setelah besaran nilai DWT didapat, tahap selanjutnya adalah dengan menentukan titik berat dari masing-masing DWT yaitu titik berat crew, air tawar, bahan bakar minyak, minyak pelumas dan air tawar.

2.2.3 Perhitungan Komponen LWT dan Titik Berat

LWT terdiri dari berat baja badan kapal, peralatan dan perlengkapan, serta permesinan. Jadi bisa disimpulkan bahwa LWT adalah berat kapal kosong tanpa muatan atau consumable dengan perhitungan LWT sebagai berikut:

1. Berat Baja Kapal

$$W_{St} = (L \cdot B \cdot D_A) \cdot C_B \quad [Harvald \& Jensen Method, hal 154] \quad 2-5$$

dimana :

L = Panjang Kapal (meter)

B = Lebar Kapal (meter)

D_A = Tinggi kapal setelah dikoreksi dengan superstructure dan deckhouse

$$= D + \frac{\nabla_A + \nabla_{DH}}{L_{pp} \cdot B}$$

C_B = Coeficient Block

Perhitungan Titik Berat :

$$KG = C_{KG} \cdot D_A$$

dimana :

C_{KG} = koefisien titik berat KG

2. Berat Mesin

Untuk perhitungan berat komponen-komponen propulsion unit adalah mesin yang digunakan dimana beratnya disesuaikan dengan data pada katalog mesin, gearbox, shafting dan propeller. Selain propulsi, berat permesinan yang lain adalah berat electrical unit dan berat tambahan lainnya.

Perhitungan Titik Berat :

Adapun rumus titik berat permesinan dalam "Parametric Design Chapter 11" diberikan sebagai berikut :

$$KGm = h_{db} + 0.35 (D' - h_{db}) [m]$$

h_{db} = tinggi double bottom

D' = tinggi kapal pada kamar mesin
= H

LCGm = sisi belakang mesin utama

$$= -1/2 L + \text{panjang ceruk buritan} + 5 [m]$$

3. Berat Peralatan dan Perlengkapan

Adapun rumus perhitungannya dalam "Ship Design for Efficiency and Economy, Schneekluth" diberikan sebagai berikut :

Grup III (Akomodasi) :

- $WLV = CALV \cdot ALV \cdot 10^{-3}$ atau
- $WLV = CVLV \cdot VLV \cdot 10^{-3}$ [ton]
- ALV = luas geladak akomodasi
- VLV = Volume poopdeck & deckhouse
- CALV : For small and medium sized cargo : 160 – 170 kg/m²
- For large cargo ships, large tanker, etc : 180 – 200 kg/m²
- CVLV : For small and medium sized cargo ship : 60 – 70 kg/m³
- For large cargo ships, large tanker, etc : 80 – 90kg/m³

Grup IV (Miscellaneous) :

- $WIV = (L \cdot B \cdot D)^{2/3} \cdot C$ [ton]
- dimana $0.18 \text{ ton/m}^2 < C < 0.26 \text{ ton/m}^2$ atau
- $WIV = (WSt)^{2/3} \cdot C$ [ton]
- dimana $1 \text{ t}^{1/3} < C < 1.2 \text{ t}^{1/3}$

2.2.4 Perhitungan Berat dan Titik Berat Total

Rumusan perhitungan sebagai berikut ;

$$DWT + LWT = (W_{\text{baja}} + W_{\text{peralatan (equipment)}} + W_{\text{permesinan}}) + (W_{\text{consumable}} + W_{\text{payload}})$$

$$KG_{\text{Total}} = KG_{\text{baja}} \cdot W_{\text{baja}} + KG_{\text{peralatan}} \cdot W_{\text{peralatan}} + KG_{\text{permesinan}} \cdot W_{\text{permesinan}} + KG_{\text{consumable}} \cdot W_{\text{consumable}} + \frac{KG_{\text{payload}} \cdot W_{\text{payload}}}{A} +$$

$$KG_{\text{Total}} = A / DWT + LWT$$

$$LCG_{\text{Total}} = LCG_{\text{baja}} \cdot W_{\text{baja}} + LCG_{\text{peralatan (equipment)}} \cdot W_{\text{peralatan}} + LCG_{\text{permesinan}} \cdot W_{\text{permesinan}} + LCG_{\text{consumable}} \cdot W_{\text{consumable}} + \frac{LCG_{\text{payload}} \cdot W_{\text{payload}}}{B} +$$

$$LCG_{\text{Total}} = B / DWT + LWT$$

2.2.5 Perhitungan Archimedes

Perhitungan hukum Archimedes dilakukan dengan membandingkan antara displacement awal kapal dengan displacement hasil perhitungan DWT + LWT. Untuk toleransi selisih antara displacement baru (DWT + LWT) dengan displacement lama adalah 10% Δ_{awal} .

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{baru}} &= DWT + LWT \\ LWT &= \text{total berat baja kapal} + \text{permesinan} + \text{outfitting} \text{ [ton]} \\ DWT &= \text{payload} + \text{consumable} + \text{crew} \text{ [ton]} \end{aligned}$$

2.2.6 Perhitungan Freeboard

Tujuan dari aturan freeboard adalah untuk menjaga keselamatan penumpang, crew, muatan, dan kapal itu sendiri. Bila kapal memiliki freeboard tinggi maka daya apung cadangan akan besar sehingga kapal memiliki sisa pengapungan apabila mengalami kerusakan. Setelah semua perhitungan freeboard beserta koreksinya, maka di cek dengan kondisi freeboard sebenarnya pada kapal yang dirancang. Adapun pembatasannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Actual freeboard} \geq \text{freeboard minimum}$$

dimana :

- *Actual Freeboard* adalah tinggi *freeboard* yang sebenarnya
- *Freeboard minimum* adalah freeboard hasil perhitungan menurut International Load Lines Convention 1966 & Protocol 1988 beserta koreksinya.

2.2.7 Perhitungan Kapasitas Ruang Muat

Kapasitas ruang muat didefinisikan sebagai volume kapal di bawah upper deck yang dikurangi dengan volume kamar mesin, double bottom, ceruk buritan maupun haluan, tangkitangki dan lain-lain (khusus untuk tanker, double skin dan cofferdam).

Untuk volume total kapal perhitungan mengacu pada rumus yang diberikan pada "Lecture of Ship Design and Ship Theory, Herald Poehls". Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$V_h = \text{total volume kapal di bawah upper deck dan diantara perpendicular [m}^3\text{]}$$

$$= C_{b_{\text{deck}}} \cdot L \cdot B \cdot D'$$

$$D' = \text{capacity depth [m]}$$

$$= D + C_m + S_m$$

$$C_m = \text{mean chamber [m]}$$

$$= \frac{2}{3} \cdot C$$

$$C = \text{tinggi chamber [m]}$$

$$= \frac{1}{50} \cdot B_m$$

$$S_m = \text{mean sheer [m]}$$

$$= \frac{1}{6} \cdot (S_f + S_a)$$

$$S_a = \text{tinggi sheer pada AP [m]}$$

$$= 25 \cdot (L/3 + 10) \cdot 10^{-6}$$

$$S_f = \text{tinggi Sheer pada FP}$$

$$= 50 \cdot (L/3 + 10) \cdot 10^{-6}$$

$$C_{b_{\text{deck}}} = C_b + c \cdot (D/T - 1) \cdot (1 - C_b)$$

$$c = 0.3 \text{ untuk section berbentuk U}$$

$$= 0.4 \text{ untuk section berbentuk V}$$

Catatan : Pada harga F_n yang berkisar antara 0.18 – 0.25, section dengan bentuk V menimbulkan tahanan total (RT) yang lebih besar daripada yang berbentuk U.

$$V_h = \left(\frac{V_r - V_u}{1+s} \right) + V_m$$

V_r = total cargo capacity yang dibutuhkan [m³]

V_u = cargo capacity yang tersedia di atas upper deck seperti hatch coaming
 $= \sum l \cdot b \cdot t$

l = panjang hatch coaming [m]

b = lebar hatch coaming [m]

t = tinggi hatch coaming [m]

s = 0.02

V_m = volume yang dibutuhkan untuk ruang mesin, tangki – tangki, dan lain-lainnya yang termasuk dalam V_h [m³]

$$V_r = (V_k - V_m)(1+s) + V_u \text{ [m}^3\text{]}$$

Perhitungan selanjutnya adalah volume ceruk haluan dan buritan dengan rumus sebagai berikut :

Volume Ceruk Buritan :

L_{cb} = panjang ceruk buritan
 $= 3.6 \text{ m}$

Lebar = B

Tinggi = 1.8 m

V_{cb} = volume ceruk buritan
 $= \frac{1}{2} \cdot \text{panjang} \cdot \text{lebar} \cdot \text{tinggi [m}^3\text{]}$

Volume Ceruk Haluan :

L_{ch} = panjang ceruk haluan
 $= 7.2 \text{ m}$

Lebar = B

Tinggi = H

V_{ch} = volume ceruk haluan
 $= \frac{1}{2} \cdot \text{panjang} \cdot \text{lebar} \cdot \text{tinggi [m}^3\text{]}$

Kapasitas ruang muat = volume muatan

$$\text{Volume muatan} = V_{\text{badan kapal}} - (V_{wt} + V_{db} + V_{ch} + V_{cb} + V_{km}) \text{ [m}^3\text{]}$$

Toleransi selisih kapasitas ruang muat dengan volume muatan : $\pm 5 \%$.

2.2.8 Perhitungan Stabilitas

Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas

dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ). Kemudian setelah harga GZ didapat, dilakukan pengecekan dengan "Intact Stability Code, IMO".

Pengecekan perhitungan stabilitas menggunakan "Intact Stability Code, IMO" Regulasi A.749 (18), dengan kriteria stabilitas untuk semua jenis kapal sebagai berikut:

1. $e_{0,30^\circ} \geq 0,055 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055 \text{ meter.rad}$

2. $e_{0,40^\circ} \geq 0,09 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0,09 \text{ meter.rad}$

3. $e_{30,40^\circ} \geq 0,03 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ - 40^\circ \geq 0,03 \text{ meter.rad}$

4. $h_{30^\circ} \geq 0,02 \text{ m}$

Lengan penegak GZ paling sedikit 0,2 meter pada sudut oleng 30° atau lebih

5. $h_{\max}^\circ \text{ pada } \phi_{\max} \geq 25^\circ$

Lengan penegak maksimum harus terletak pada sudut oleng lebih dari 25°

6. $GM_0 \geq 0,15 \text{ m}$

Tinggi Metameter awal GM_0 tidak boleh kurang dari 0,15 meter

2.2.9 Perhitungan Tonase Kapal

Tonase kapal dibagi menjadi dua yaitu Net Tonnage (NT) dan Gross Tonnage (GT). NT digunakan dalam menentukan pajak pelabuhan untuk kapal-kapal berbagai ukuran. Sedangkan GT digunakan untuk menentukan persyaratan-persyaratan regulasi, misalnya biaya masuk kanal, biaya pemanduan kapal, persyaratan keselamatan, peralatan teknis, jumlah crew, asuransi, dll.

Untuk perhitungan dan pengecekan tonase kapal, digunakan referensi "International Convention on Tonnage Measurement of Ships, 1969". Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :

Gross Tonnage (GT) :

$$GT = K_1 \cdot V$$

$$V = \text{Total volume ruang tertutup [m}^3\text{]}$$

$$= V_U + V_H$$

$$V_U = \text{Volume di bawah geladak cuaca [m}^3\text{]}$$

$$= \Delta \left(1.25 \frac{D}{d} - 0.115 \right)$$

$$D = \text{Depth moulded [m]}$$

$$d = \text{Moulded draft a midship [m]}$$

$$V_H = \text{Volume ruangan tertutup di atas geladak cuaca [m}^3\text{]}$$

$$= V_P + V_{FC} + V_{DH}$$

$$V_P = \text{Volume poop [m}^3\text{]}$$

$$V_{FC} = \text{Volume forecastle [m}^3\text{]}$$

$$V_{DH} = \text{Volume rumah geladak [m}^3\text{]}$$

$$K_1 = 0.2 + 0.02 \log_{10} V$$

Net Tonnage (NT) :

$$NT = K_2 \cdot V_c \cdot \left(\frac{4D}{3d} \right)^2 + K_3 \cdot \left(\frac{N_1}{1} + \frac{N_2}{10} \right)$$

$$V_c = \text{Total volume ruang muat}$$

$$K_2 = 0.2 + 0.02 \log_{10} V_c$$

$$K_3 = 1.25 \frac{(GT + 10^4)}{10^4}$$

$$N_1 = \text{Jumlah penumpang dalam kabin dimana tidak lebih 8 penumpang}$$

$$= 2 \text{ orang}$$

$$N_2 = \text{Jumlah penumpang yang lain}$$

$$= Z_c - 2$$

$$Z_c = \text{Jumlah crew}$$

$N_1 = N_2 =$ total jumlah penumpang kapal yang diizinkan untuk dimuat, yang disebutkan dalam sertifikat

Syarat-syarat :

$$1) \left(\frac{4d}{3D} \right)^2 \leq 1$$

$$2) K_2 \cdot V_c \cdot \left(\frac{4d}{3D} \right)^2 \geq 0.25 \text{ GT}$$

$$3) NT \geq 0.30 \text{ GT}$$

$$4) N_1 \ \& \ N_2 = 0 \text{ jika } N_1 + N_2 \leq 13$$

2.3 Analisis Biaya Transportasi Laut

Menurut (Leli, 2016) pada pelayaran tidak terdapat standart cost classification yang dapat diterima secara internasional, maka dari itu digunakan pendekatan dalam hal pengklasifikasiannya.

Voyage calculation merupakan sebuah metode yang digunakan dalam perhitungan sebuah pelayaran dan besar keuntungan barang/orang yang diangkut dalam sebuah pelayaran. Hal ini dilakukan dengan mengetahui biaya-biaya seperti: (N. Wijnolst, 2008)

- a. *Capital cost* merupakan semua biaya yang mencakup depresiasi kapal sesuai umur ekonominya, besarnya angsuran kapal dan besar bunga pinjaman untuk pengadaan kapal.
- b. *Operational cost* adalah biaya yang dikeluarkan agar kapal siap berlayar. Biaya yang termasuk operational cost antara lain biaya ABK, biaya pemeliharaan dan perawatan kapal, biaya perbekalan dan minyak pelumas, biaya asuransi dan biaya overhead termasuk juga administrasi.
- c. *Voyage cost* merupakan biaya yang dibutuhkan saat kapal tersebut dalam keadaan berlayar. Seperti biaya bahan bakar dan biaya pelabuhan yang akan disinggahi (jasa labuh, jasa tambat, jasa pandu, jasa tunda).
- d. *Cargo handling cost* merupakan biaya yang dibutuhkan atau dikeluarkan pada saat proses bongkar-muat, sesuai dengan kebijakan sebuah pelabuhan.

2.3.1 Biaya Kapital / *Capital Cost*

Biaya modal merupakan biaya pengadaan armada yang dikeluarkan oleh perusahaan pelayaran. Besar biaya modal untuk kapal baru dan kapal lama atau kapal bekas berbeda. Dalam (Kumar, 2015) dijelaskan bahwa biaya modal tergantung pada dua hal yaitu:

Sumber biaya untuk pembelian kapal. Jika dibiayai dengan pinjaman maka tergantung pada ukuran pinjaman (size of loan), sumber pinjaman (source of loan), suku bunga (interest rate) dan ketentuan pinjaman (terms of loan). Sehingga harga kapal dapat dirumuskan pada rumus 2.3 berikut.

$$\begin{aligned} \text{Harga Akhir dari Kapal} &= \text{Harga Kapal} + \text{Bunga} && 2-6 \\ \text{Harga Kapal} &= n \times \text{Angsuran} \end{aligned}$$

Keterangan:

n : jangka waktu pinjaman

Penyusutan atau depresiasi. Biaya ini dipengaruhi oleh penurunan nilai aset dan alokasi biaya aset berwujud untuk periode dimana aset tersebut digunakan. Contohnya biaya dari aset, nilai sisa aset yang diharapkan, estimasi masa manfaat aset, metode pembagian biaya selama aset digunakan.

$\mathbf{Biaya\ Penyusutan} = \frac{\mathbf{(Harga\ Kapal - Biaya\ Residu)}}{\mathbf{(Masa\ Penyusutan)}}$	2-7\
--	------

Keterangan:

Biaya Residu = 5% dari harga kapal

Masa Penyusutan = 25 tahun (kapal baru) dan 20 tahun (kapal lama)

Dalam mendapatkan harga kapal, dilakukan perhitungan berat kapal dan pendekatan dengan harga baja per ton.

2.3.2 Biaya Operasional / *Operating Cost*

Dalam (Leli, 2016) operating cost adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan untuk aspek-aspek operasional sehari-hari kapal untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar. Biaya operasional terdiri dari beberapa komponen aspek operasional kapal dan setiap aspek ini harus selalu terpenuhi, jika tidak maka kapal tidak dapat dikatakan siap berlayar. Komponen-komponen tersebut dijelaskan pada rumus berikut.

$$OC = M + ST + MN + I + AD \qquad 2-8$$

Keterangan:

OC = Operating Cost

M = Manning

ST = Stores

MN = Maintenance and Repair

I = Insurance

AD = Administrasi

2.3.3 Biaya Pelayaran / *Voyage Cost*

Dalam perhitungan kebutuhan bahan bakar dan tariff pelabuhan yang dihitung merupakan kebutuhan per trip dimana rumus yang digunakan yaitu sebagai berikut :

$$VC = FC + PC \qquad 2-9$$

Keterangan:

VC = *Voyage Cost*

PD = *Port Charges*

FC = *Fuel Cost*

Biaya pelayaran ini berubah secara marjinal dengan aktivitas bisnis dan semua unit yang diproduksi.

1. Biaya BBM / *Fuel Cost*

Biaya BBM terbagi menjadi 2 katagori dibedakan berdasarkan jenis mesin, Mesin utama (*Main Engine*) yang perhitungannya menggunakan tariff MFO (*Marine Fuel Oil*) sebagai bahan bakar mesin utama. Mesin bantu (*Auxiliary Engine*) yang perhitungannya menggunakan tariff HSD (*High Speed Diesel*). Berikut rumusan yang digunakan dalam perhitungan bahan bakar

V_{FO} = *volume fuel oil*

$$V_{FO} = \frac{W_{FO}}{\rho_{FO}} + \text{koreksi} \quad [\text{m}^3] \quad [\text{Watson, Chapter 11, hal11-24}]$$

dimana :

$$W_{FO} = \frac{\text{SFR} \cdot \text{MCR} \cdot \text{range}}{V_s \cdot \text{margin}} \quad [\text{Parametric Design Chapter 11 rumus 45}]$$

SFR = *Specific Fuel Rate*
= 0.000190 [ton/kW hr] [untuk diesel engine]

MCR = P_B [kW]

range = radius pelayaran [mil laut]

margin = $(1 + (5\% \sim 10\%)) \cdot W_{FO}$ [ton]

ρ_{fo} = berat jenis fuel oil
= 0.95 ton/m³

koreksi :

- tambahan konstruksi = + 2% W_{FO}

- ekspansi panas = + 2% W_{FO}

Dari perhitungan diatas berlaku untuk kedua jenis mesin, mesin utama dan mesin bantu hanya terletak perbedaan di konsumsi bahan bakar tiap mesin.

2.3.4 Biaya Bongkar Muat / *Cargo Handling Cost*

Biaya bongkar/muat merupakan biaya yang keluar ketika kapal melakukan proses penanganan muatan di pelabuhan. Biaya bongkar/muat merupakan salah satu komponen yang berpengaruh terhadap biaya pelayaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan pelayaran.

2.4 Teori Optimasi

Dalam permasalahan optimasi biasanya terdiri dari dua tujuan, yaitu memaksimalkan dan meminimumkan. Pengertian dari optimasi adalah suatu proses untuk memaksimalkan atau meminimasi fungsi objektif dengan mempertimbangkan batas-batasnya (Santosa and Willy). Dengan adanya optimasi, desain sistem akan menghasilkan profit yang lebih banyak, biaya yang lebih murah, dan mempercepat proses. Optimasi ini dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di berbagai bidang.

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 non - linear programming.

2.4.1 Optimasi Ukuran Kapal

Metode optimasi pada perhitungan kapal baru ini digunakan untuk menemukan ukuran kapal yang paling optimum berdasarkan biaya satuan paling rendah, dengan memperhatikan batasan-batasan tertentu.

1. *Objective function*

Objective function dalam perhitungan kali ini yaitu, biaya satuan pengiriman muatan dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan yang paling minimum. Secara matematis dapat ditulis dalam persamaan berikut :Dimana,

$$\mathbf{Min Z = TC (Total Biaya)} \quad 2-10$$

$$\mathbf{Total biaya = CC + OC + CHC + VC + port charges} \quad 2-11$$

2. Batasan-batasan

Terdapat batasan dalam perhitungan ukuran kapal ini, batasan tersebut antara lain :

Lpp adalah panjang dari AP ke FP

T adalah sarat kapal

B adalah lebar kapal

H adalah tinggi kapal

L/B

B/H

B/T

L/H

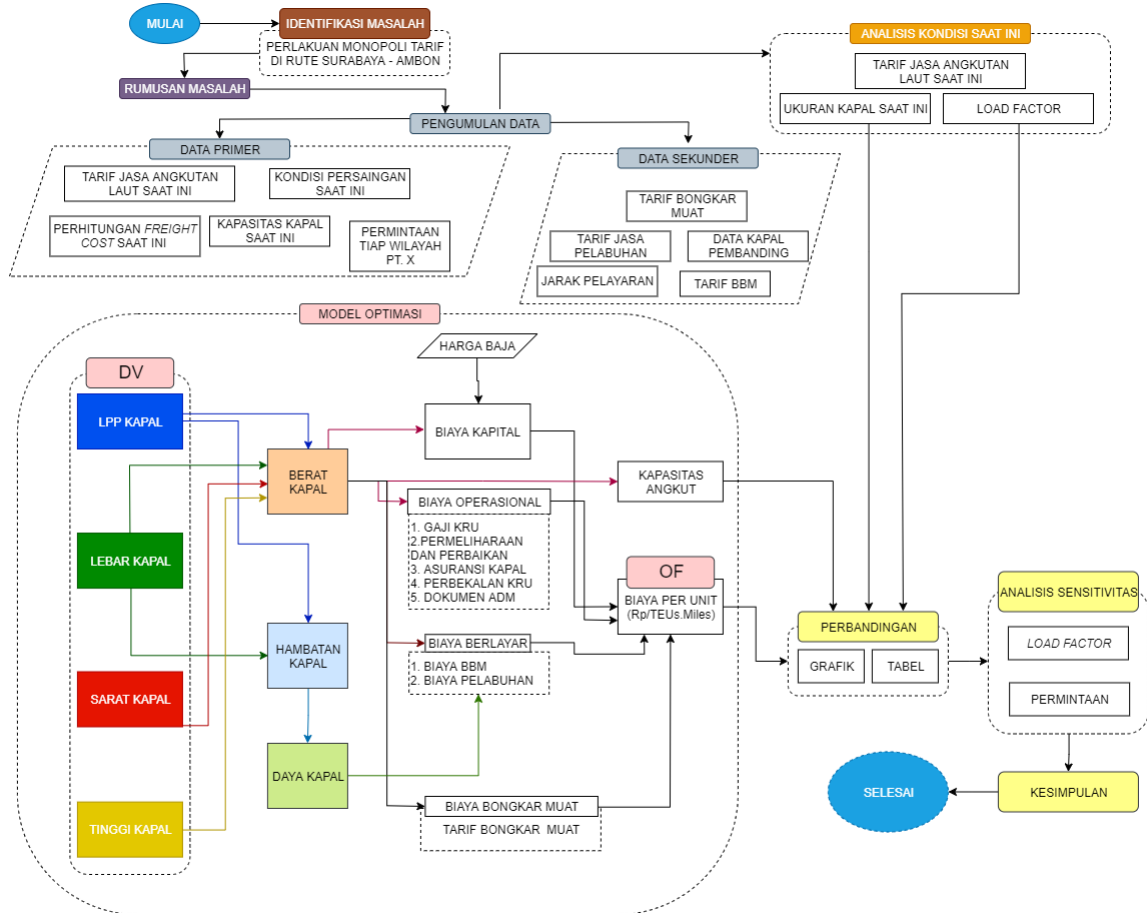
- Besar *freeboard*
- Stabilitas kapal
- Jumlah frekuensi *roundtrip* kapal
- Total muatan yang terangkut

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Penelitian ini diawali dengan analisis kondisi eksisting melalui survey primer dan sekunder. Kemudian dilakukan analisis untuk menemukan perhitungan Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Sumber: Penulis, 2018

Gambar 3-1 Diagram Alir Metodologi

3.2 Tahap Pengerjaan

Metodologi penelitian adalah langkah-langkah dalam mengerjakan penelitian, berikut adalah penjelasannya

1. Tahap Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan perlakuan monopoli tariff jasa angkutan laut untuk rute Surabaya-Ambon yang menimbulkan harga pangan di

Ambon menjadi tinggi. Pelaku monopoli tersebut yaitu PT. Meratus, PT Salam Pasific Indonesia Lines (SPIL), PT Tanto Lines dan PT Tempuran Emas (TEMAS)

2. Tahap Perumusan Masalah

Pada tahap ini merumuskan masalah. Setelah diidentifikasi muncul beberapa masalah yang akan dibahas di penelitian yaitu :

- a. Penyusunan Tarif Jasa angkut yang belum konsisten
- b. Penetapan tariff terhadap permintaan dan jarak tidak berbanding lurus.
- c. Penggunaan kapal yang *Overcapacity* sehingga membuat *load factor* rendah dan membuat biaya per unit menjadi terlalu mahal terhadap tariff yang berlaku.
- d. Asumsi perusahaan pelayaran terhadap *load factor* untuk menentukan biaya per *box* untuk per *shipment* yaitu total keuntungan saat berangkat dibagi dua untuk mencukupi biaya per unit saat pulang.

3. Tahap Pengumpulan Data

Pada Tahap ini dilakukan pengumpulan beberapa pendukung baik primer maupun sekunder ke salah satu perusahaan terkait permasalahan tersebut yaitu melakukan survei di PT SPIL. Dari melakukan survei terhdapar perusahaan terkait didapatkan beberapa data yaitu :

Data Primer

- Wawancara terhadap Assisten manager *Trade* yaitu bagian pengolahan dan penyusunan biaya per unit dan pemilihan kapal pada suatu rute
- Melakukan pengamatan selama 4 bulan di PT. SPIL proses pemilihan kapal untuk suatu rute, penarifan, rata-rata *load factor* per kapal dan kondisi rute saat ini.

Data sekunder

- Ukuran kapal PT. SPIL
 - Rute PT SPIL
 - Perhitungan *Freight Cost* suatu perusahaan
 - Tariff pelabuhan
 - Harga MFO dan HSD
 - Harga baja per Ton
4. Tahap Analisis Kondisi Saat ini
Pada tahap ini dilakukan Analisis kondisi saat ini yang sudah didapatkan dari tahap pengumpulan data serta untuk pengolahan data
 5. Tahap Pemodelan
Pada tahap ini dilakukan pemodelan untuk mendapatkan biaya per unit dan ukuran kapal berdasarkan jarak dan permintaan dengan metode optimasi dengan tujuan meminimumkan biaya total yang tersusun dari dasar teori yang dijelaskan pada 2.4.1 dengan batasan yang telah dijelaskan pada 2.4.1
 6. Tahap Analisis Sensitivitas
Dalam tahap ini dilakukan *What if Analysis* terhadap ukuran yang sudah didapatkan dari model terhadap *load factor* dan permintaan. Kedua factor dipertimbangkan karena memengaruhi pendapatan kotor suatu perusahaan pelayaran
 7. Tahap Kesimpulan dan Saran
Pada tahap ini alata bongkar muat hewan ternak di berikan beberapa model. Agar dapat mengetahui jenis model mana yang tepat untuk digunakan yang mempunyai nilai kelayakan yang lebih besar.

3.3 Model Matematis

Dalam menggambarkan model dapat disederhanakan dengan model matematis berikut ini model matematis yang dibuat untuk melakukan penelitian ini.

$$\text{Min } Z = TC \quad 3-1$$

$$\sum_{i=1}^{40} (CC + OC + VC + CHC)_i \quad 3-2$$

dimana :

$$CC = C_{BAJA} \cdot (W_{ST} + W_{E\&O} + W_{ME}) \quad 3-3$$

$$OC = (C_{CREW} \cdot n_{CREW}) + C_{REP} + C_{INS} + C_{CONS} + C_{DOK} \quad 3-4$$

$$VC = BBM + PC \quad 3-5$$

BBM :

$$\blacksquare ME = \left(\frac{W_{fo}}{0,95} + \frac{2\% \cdot W_{fo}}{0,95} \right) \cdot \text{Harga MFO} \cdot 1000 \quad 3-6$$

$$\blacksquare AE = \left(\frac{W_{do}}{0,95} + \frac{2\% \cdot W_{do}}{0,95} \right) \cdot \text{Harga HSD} \cdot 1000 \quad 3-7$$

$$CHC = N \cdot T_{B/M} \quad 3-8$$

Keterangan :

CC	= Biaya Kapital	(Rp/Tahun)
OC	= Biaya Operational	(Rp/Tahun)
VC	= Biaya Berlayar	(Rp/Tahun)
CHC	= Biaya Bongkar Muat	(Rp/Tahun)
C _{BAJA}	= Biaya Baja	(Rp/Ton)
C _{CREW}	= Gaji Kru Kapal	(Rp/Tahun)
C _{REP}	= Biaya Pemeliharaan	(Rp/Tahun)
C _{INS}	= Biaya Asuransi	(Rp/Tahun)
C _{DOK}	= Biaya Dokumen	(Rp/Tahun)
PC	= Biaya Pelabuhan	(Rp/Tahun)
T _{B/M}	= Tarif Bongkar Muat	(Rp/TEUs)
W _{ST}	= Berat <i>Structural</i>	(Ton)
W _{E&O}	= Berat <i>Engine & Outfit</i>	(Ton)
W _{ME}	= Berat <i>Machinery</i>	(Ton)
W _{fo}	= Berat <i>Consumable MFO</i>	(Ton)
W _{do}	= Berat <i>Consumable HSD</i>	(Ton)
N	= Jumlah Muatan	(TEUs)
n _{CREW}	= Jumlah Kru kapal	

Decision Variabel :

Lpp ; B ; T ; H

Constrains :

1. Ukuran Kapal dan Perbandingan antar Dimensi

$$\begin{array}{ll} Lpp_{min} \leq Lpp \leq Lpp_{max} & L/T_{min} \leq L/T \leq L/T_{max} \\ B_{min} \leq B \leq B_{max} & B/T_{min} \leq B/T \leq B/T_{max} \\ H_{min} \leq H \leq H_{max} & T/H_{min} \leq T/H \leq T/H_{max} \\ T_{min} \leq T \leq T_{max} & B/H_{min} \leq B/H \leq B/H_{max} \\ Cb_{min} \leq Cb \leq Cb_{max} & L/17_{min} \leq L/17 \leq L/17_{max} \end{array}$$

dimana :

$$T_{max} = T_{PELABUHAN} + Allowance$$

$$Lpp_{max} = L_{ALUR MASUK PELABUHAN}$$

Keterangan :

- Lpp = Panjang Kapal (m)
B = Lebar Kapal (m)
H = Tinggi Kapal (m)
T = Sarat Kapal (m)
Cb = Koefisien Blok Kapal

2. Kondisi Berat Total terhadap *Displacement*

$$1\% \leq \frac{\nabla}{W} \leq 10\%$$

Keterangan :

$$\nabla = Displacement \text{ Kapal (ton)}$$

$$W = Berat Total Kapal (ton)$$

3. Stabilitas Kapal

Syarat – Syarat stabilitas IMO

$$e_{0,30^\circ} \geq 0,055 \text{ m.rad}$$

$$e_{0,40^\circ} \geq 0,09 \text{ m.rad}$$

$$e_{30,40^\circ} \geq 0,03 \text{ m.rad}$$

$$e_{30,40^\circ} \geq 0,03 \text{ m.rad}$$

$$H_{max^\circ} \text{ pada } \phi_{max} \geq 25^\circ$$

$$GM_0 \geq 0,15 \text{ m}$$

4. Kondisi *Freeboard*

$$f_a \geq f_{min}$$

Keterangan :

$$f_a = Freeboard Actual$$

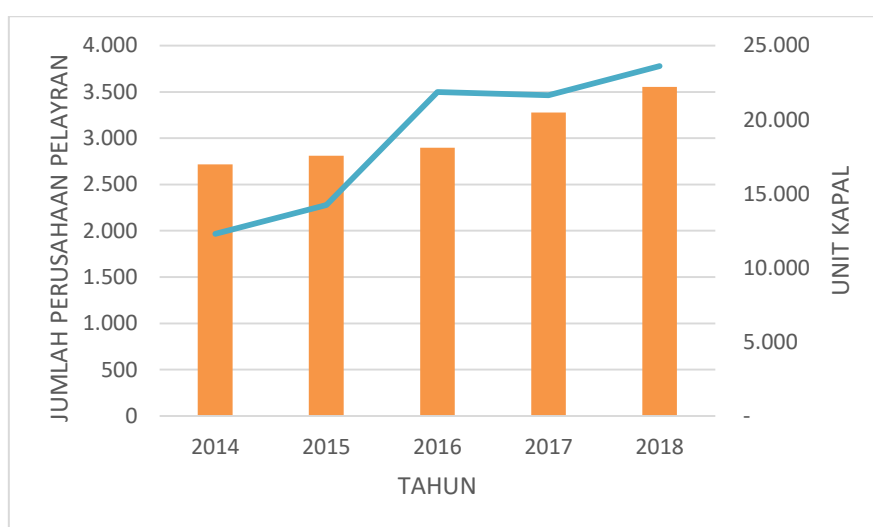
$$f_{min} = Freeboard Minimum$$

BAB 4

GAMBARAN UMUM

4.1 Kondisi Pelayaran di Indonesia

Indonesia sebagai salah satu negara kepulauan tentunya pemanfaatan laut sebagai penghubung merupakan suatu kewajiban yang harus dilakukan. Seiring pertumbuhan dan perkembangan transportasi laut, sektor pelayaran di Indonesia pun ikut berkembang. Perkembangan yang dilakukan baik dari segi penambahan jumlah perusahaan pelayaran dan diikuti jumlah armada kapal yang berlayar di perairan di Indonesia.



Sumber : Laporan Dinas Perhubungan Laut, 2019

Gambar 4-1 Perbandingan Jumlah Perusahaan Pelayaran dengan Unit Kapal

Berdasarkan grafik Gambar 4-1 pada awal tahun 2014 ada kurang lebih 2700 perusahaan pelayaran dimana sudah ada sekitar 12000 unit armada kapal, tren ini terus meningkat hingga ada perbedaan antara kedua variable tersebut. Di tahun 2014 hingga 2016 peningkatan jumlah perusahaan tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan, berbeda dengan jumlah armada yang ada di Indonesia mengalami peningkatan signifikan di tahun 2015 hingga 2016. Pada tahun 2016 hingga 2018 ada perbedaan pada *range* tahun sebelumnya, 2016 hingga 2019 menunjukkan kecenderungan penurunan jumlah armada kapal namun berkebalikan dengan jumlah perusahaan pelayaran yang meningkat dari 2800 unit menjadi 3300 unit perusahaan pelayaran di Indonesia

Kondisi pelayaran di Indonesia juga mengikuti perkembangan model angkutan di dunia. Komoditas di era 1990 berupa curah yang lambat laun itu terus berkembang menjadi tren angkutan petikemas. Diliat dari sisi keselamatan terhadap muatannya angkutan model petikemas lebih efektif dan efisien.(UNCTAD,207)

Industri pelayaran di Indonesia tumbuh pesat setelah penerapan asas cabotage berdasarkan berdasarkan Inpres No. 5/2005 tentang Pemberdayaan Industri Pelayaran Nasional yang kemudian diperkuat dengan UU No. 17/2008 tentang Pelayaran. Pada 2015 jumlah kapal niaga berbendera Indonesia baru 6.041 unit, tetapi pada 2015 menjadi 16.574 unit, atau naik 174%. (Dirjen Perhubungan Laut,2019).

4.2 Kondisi Permintaan (*Demand*)

Permintaan dari tiap wilayah adalah didalam studi kasus ini merupakan wilayah yang menjadi cakupan di perusahaan PT X. Dalam perkembangannya PT X memiliki *market share* sendiri. Wilayah timur merupakan pasar baru perusahaan PT X. .



Sumber : *mypil.com*

Gambar 4-2 Pesebaran Tujuan PT.X

Berdasarkan gambar diatas PT X memiliki pasar yang menyeluruh di Indonesia. Dalam mendapatkan tiap tahunnya didapatkan dengan cara menghitung sekali angkut atau per shipment dalam satu atau lebih dari satu tujuan setelah itu di pada saat akhir tahun di rekap untuk mengukur potensi muatan tiap wilayah di tahun berikutnya. hal ini dilakukan untuk data historis perusahaan yang berguna untuk selain mengukur potensi di tahun kedepan juga digunakan dalam penentuan tariff ke wilayah dengan tujuan wilayah tertentu. Banjarmasin menjadi salah satu tujuan potensial meskipun rute pendek namun Banjarmasin memiliki permintaan cukup tinggi baik muatan dari Surabaya maupun

muatan menuju ke Surabaya. Berikut grafik permintaan 3 tahun terakhir masing masing tujuan.

Table 4-1 Permintaan Tiap Wilayah

Tujuan	Permintaan (TEUs/Tahun)			Tujuan	Permintaan (TEUs/Tahun)		
	2017	2018	2019		2017	2018	2019
ACEH	707	655	672	MANOKWARI	8.510	6.654	7.223
GORONTALO	5.916	4.809	5.153	SORONG	11.393	8.908	9.669
JAKARTA	1.631	1.363	1.447	SERUI	3.190	2.498	2.710
PONTIANAK	3.421	2.926	3.083	BIAK	5.024	3.934	4.268
BATULICIN	7.819	6.006	6.558	NABIRE	5.502	4.308	4.674
BANJARMASIN	34.903	26.812	29.276	TIMIKA	12.526	9.808	10.641
SAMPIT	14.921	10.651	11.918	MERAUKE	16.176	12.666	13.742
BERAU	9.641	8.969	9.188	JAYAPURA	17.725	13.879	15.058
BALIKPAPAN	15.638	14.548	14.903	PEKANBARU	385	355	365
SAMARINDA	34.225	31.840	32.616	DUMAI	397	366	376
NUNUKAN	3.305	2.350	2.633	MAKASSAR	13.946	9.615	10.884
TARAKAN	15.876	11.287	12.646	PALU	8.538	5.670	6.499
BATAM	371	309	328	KENDARI	1.344	1.070	1.155
TUAL	2.200	1.536	1.731	BAU-BAU	11.369	9.051	9.766
AMBON	17.146	11.970	13.493	BITUNG	14.473	10.568	11.736
TERNATE	5.680	4.708	5.012	PADANG	532	428	460
BINTUNI	261	204	221	BENGKULU	168	148	154
KAIMANA	448	350	380	PALEMBANG	169	149	155
FAK-FAK	2.980	2.330	2.529	BELAWAN	24.667	16.600	18.943

Selain dari jumlah permintaan biaya yang dikeluarkan per *shipment* juga dipengaruhi oleh jarak berikut ini list besarnya jarak rute pelayaran perusahaan terhitung dari asal Surabaya. Panjang ute didapatkan dari pengukuran pada peta digital mulai dari titik Surabaya hingga kota tujuan melalui via laut. Jayapura memiliki rute terpanjang dalam penelitian ini dengan panjang rute sebesar 1835 nm dari Surabaya. Banjarmasin merupakan tujuan terdekat via laut dengan panjang rute sebesar 265 nm.

Table 4-2 Tabel Jarak Asal Surabaya

TUJUAN	RUTE (nm)	TUJUAN	RUTE (nm)
PALEMBANG	533	MAKASSAR	437
BENGKULU	726	GORONTALO	950
BATAM	761	TERNATE	1055
BINTUNI	1333	BAU-BAU	604
DUMAI	951	BIAK	1534
PEKANBARU	1032	BERAU	741
PADANG	932	NABIRE	1547
KAIMANA	1287	BALIKPAPAN	481
JAKARTA	393	BANJARMASIN	265
KENDARI	696	MANOKWARI	1374
ACEH	1343	TARAKAN	821
PONTIANAK	546	SORONG	1192
BATULICIN	311	BITUNG	1021
TUAL	1224	AMBON	980
NUNUKAN	849	TIMIKA	1464
FAK-FAK	1226	SAMARINDA	535
SAMPIT	289	BELAWAN	1130
PALU	599	MERAUKE	1670
SERUI	1523	JAYAPURA	1835

Sumber : Distance-org.com

4.3 Kondisi Persaingan Perusahaan Pelayaran di Indonesia

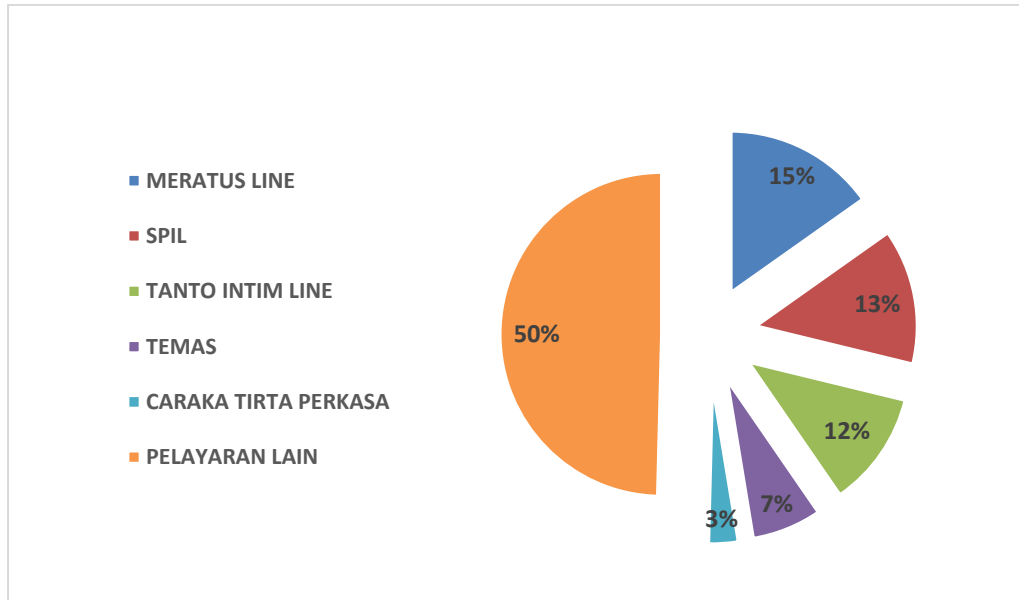
INSA (Indonesia National Shipping Association). Asosiasi ini dibentuk guna menciptakan persaingan yang sehat antar perusahaan pelayaran. Berikut ini grafik persaingan antar perusahaan Secara umum industri pelayaran di Indonesia dikuasai oleh lima perusahaan pelayaran dengan total pangsa pasar 50,4% yang terdiri atas Meratus Line (15,2%), Salam Pasifik Indonesia Line/SPIL (13,6%), Tanto Intim Line (11,6%), Tempuran Mas Line (7%), dan Caraka Tirta Perkasa (3%).

Table 4-3 Kondisi Persaingan Antar Perusahaan

NAMA PERUSAHAAN	KAPASITAS (ton/tahun)	PANGSA PASAR	ARMADA KAPAL (unit)
Samudera Indonesia	32,038	0.2%	1232
Salam Pacific Indonesia Lines	29,576	0.1%	954
Seaboard Marine	28,175	0.1%	1483
Temas Line	25,671	0.1%	778
Meratus Line	23,795	0.1%	881
Tanto Intim Line	23,094	0.1%	660

Sumber : Laporan Tahunan INSA,2019

Berdasarkan Table 4-3 diatas diurutkan sesuai dengan kapasitas total masing-masing perusahaan pelayaran. Samudera Indonesia masih di posisi pertama dengan kapasitas total sebesar 32 ribu TEUs dan diikuti oleh Salam Pasific Indonesia Lines (SPIL) dengan kapasitas total sebesar 29 ribu TEUs.



Sumber : Jurnal Tahun Bank Indonesia, 2018

Gambar 4-3 Pesebaran Perusahaan Pelayaran di Indonesia

Meratus, sebagai perusahaan pelayaran nasional terbesar, mengoperasikan armada lebih dari 56 kapal dan 40.000 kotak kontainer dan 27 rute pelayaran dari Pulau Jawa ke Pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Bali, Nusa Tenggara, dan Maluku, sedangkan SPIL lebih fokus melayani pelayaran ke kawasan timur Indonesia, terutama dengan tujuan Pulau Papua.

Dalam berjalannya persaingannya, ada beberapa perusahaan melakukan *Join Slot* untuk memenuhi permintaan masing-masing perusahaan pelayaran di daerah tujuan. Seperti pada tujuan Kota Tarakan, Kalimantan Timur perusahaan Meratus Line dengan PT Salam Pasific Indonesia Lines (SPIL) melakukan *Join Slot* demi memenuhi permintaan masing-masing dan mendapatkan harga per petikemas yang optimum sesuai perhitungan masing – masing perusahaan pelayaran. Selain Tarakan, Kota Belawan (Medan), Sumatera Utara tujuan ini PT. Meratus Line dan PT. Salam Pasific Indonesia Lines (SPIL) melakukan *Join Slot*

Istilah *Join Slot* digunakan untuk perusahaan pelayaran di Indonesia untuk menjalankan proses pemenuhan permintaan masing – masing perusahaan pelayaran di wilayah tersebut. Pada umumnya, beberapa perusahaan pelayaran yang melakukan *Join*

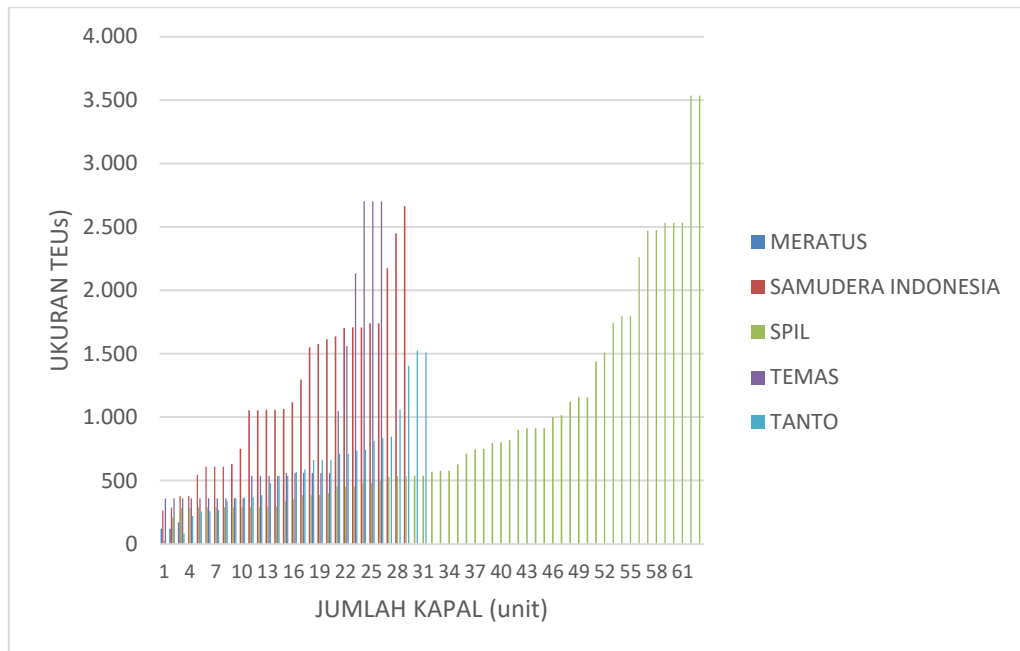
Slot hanya beberapa tujuan saja. Misal, tujuan Tarakan dan Belawan. Cara ini dilakukan dilakukan demi tercapainya harga yang optimum untuk masing – masing perusahaan pelayaran meskipun permintaan dari masing-masing perusahaan pelayaran dapat dibbilang sedikit. Tidak sampai 1000 TEUs per tahunnya. Berikut ini mekanisme *Join Slot* yang dilakukan beberapa perusahaan pelayaran di Indonesia

1. Tiap 3 bulan sekali beberapa perusahaan pelayaran yang menjadi Anggota INSA (Indonesia National Ship Assosiation) melakukan musyawarah / rapat dalam menentukan tujuan mana yang dibuka untuk *Join Slot*.
2. Pada umumnya *Join Slot* dilakukan oleh 2 perusahaan pelayaran yang memiliki 2 tujuan yang sama. *Join Slot* diterapkan pada tujuan yang masing – masing perusahaan pelayaran memiliki kendala yang sama missal, permintaan di tujuan tersebut sama – sama sedikit tidak sampai 1000 TEUs.
3. Ketika sudah ditentukan tujuan A. selanjutnya ditentukan mekanisme pengangkutan dan melibatkan sisi subjektif dari pihak masing – masing perusahaan missal, perusahaan mana yang membuka jalur atau rute tersebut terlebih dahulu.
4. Dari kedua pertimbangan tersebut muncul jumlah *Slot* yang didapatkan masing – masing perusahaan pelayaran dalam sekali *roundtrip*. Dari kedua pertimbangan memiliki pengaruh terhadap *slot* yang didapat masing – masing perusahaan
 - a. Pemilihan kapal yang digunakan berdasarkan konsumsi bahan bakar yang ditimbulkan oleh kapal tersebut terhadap rute A.
 - b. Pemilihan kapal yang digunakan berdasarkan perusahaan mana yang membuka rute A terlebih dahulu.
5. Dalam *Join Slot* oleh dua perusahaan pelayaran X dan Y dari pertimbangan penggunaan kapal siapa yang akan dipilih ada beberapa kemungkinan yang akan terjadi yaitu :
 - a. Jika kapal perusahaan X yang terpilih karena BBM yang dikeluarkan dalam rute tersebut namun pembuka rute A adalah perusahaan Y maka *slot* yang didapatkan masing – masing perusahaan sebesar 50% :50%
 - b. Jika kapal yang terpilih milik perusahaan Y dan pembuka rute A juga perusahaan Y maka *slot* yang didapatkan masing – masing perusahaan X dibandingkan perusahaan Y adalah 40% untuk perusahaan X dan 60% untuk perusahaan Y.

Dari semua perundingan yang dilakukan terbitlah perjanjian untuk masing – masing perusahaan dalam bentuk jumlah *slot* yang didapat. Jika ada perusahaan yang melewati dari jumlah *slot* yang diberikan, perusahaan pelayaran yang melanggar dikenakan biaya *penalty* sebesar harga per petikemas dari perusahaan yang dilanggar. Harga tersebut diluar biaya pelabuhan dan biaya bongkar muat yang akan timbul saat bongkar maupun muat.

4.3.1 Perbandingan Armada Perusahaan Pelayaran di Indonesia

Dalam menjalankan bisnisnya, perusahaan pelayaran menggunakan kapal sebagai alat utama. Berikut ini jumlah armada yang dimiliki 4 perusahaan pelayaran terbesar di Indonesia.



Sumber : Laporan Tahunan INSA,2019

Gambar 4-4 Grafik Perbandingan Armada antar Perusahaan

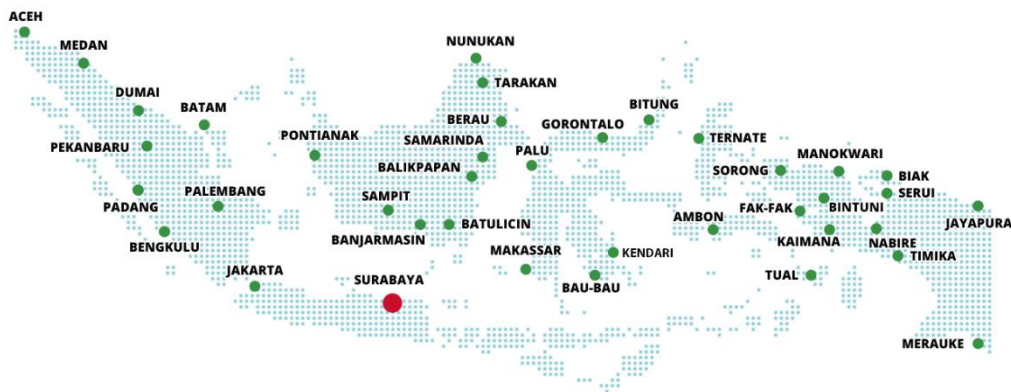
Berdasarkan grafik diatas, dalam sisi armada kapal PT. Samudera Pasific Indonesia Lines (SPIL) unggul dalam jumlah dengan beragam ukuran mulai dari 500 DWT hingga 3500 DWT. Dalam segi jumlah PT SPIL diikuti oleh PT. Tanto Lines dengan jumlah armada 31 unit dengan ukuran muali dari 300 DWT hingga 1500 DWT. Jumlah armada merupakan bentuk dari upaya perusahaan pelayaran untuk melakukan pemenuhan permintaan di wilayah pasar masing – masing.

Namun, dalam penambahannya didasari dengan kemudahan dalam pergantian armada dengan ukuran yang sama. Maka dari itu jika di regresi berdasarkan ukuran tiap

perusahaan didapatkan hasil yang bagus. Berikut ini list kapal 5 perusahaan pelayaran di Indonesia :

4.4 Kondisi Pola Operasi Saat ini

Perusahaan pelayaran memiliki berbagai cara untuk memertahakan eksistensinya. Pola operasi adalah salah satu kiat suatu perusahaan pelayaran dalam proses yang menunjang pemenuhan permintaan di berbagai wilayah pangsa pasar perusahaan tersebut.



Sumber :myspil.com

Gambar 4-5 Tujuan PT.X

Berdasarkan gambar diatas, Surabaya merupakan *homebase* dari seluruh rute PT X. tiap wilayah memiliki permintaan yang berbeda – beda. Untuk PT X memiliki pasar yang cenderung tinggi di wilayah pulau Kalimantan, Sulawesi dan Papua. PT X mencoba menyambungkan beberapa pelosok penjuru Indonesia dengan berbagai pola yang dilakukan hingga saat ini berdasarkan data historis. Berikut ini pembagian tujuan

4.4.1 Wilayah Kalimantan

Wilayah Kalimantan memiliki 9 tujuan kota yaitu Sampit, Banjarmasin, Batulicin, Balikpapan, Samarinda, Berau, Tarakan, Nunukan. Dari 9 kota tujuan Samarinda dan Banjarmasin merupakan 2 kota tujuan yang memiliki permintaan tertinggi dibandingkan keenam kota lainnya. Dengan kota Samarinda rata-rata sebanyak 31.840 TEUs dalam per tahun dan diikuti dengan kota Banjarmasin rata-rata sebanyak 26.812 TEUs dalam per tahun.



Sumber : myspil.com

Gambar 4-6 Pola Operasi Kalimantan

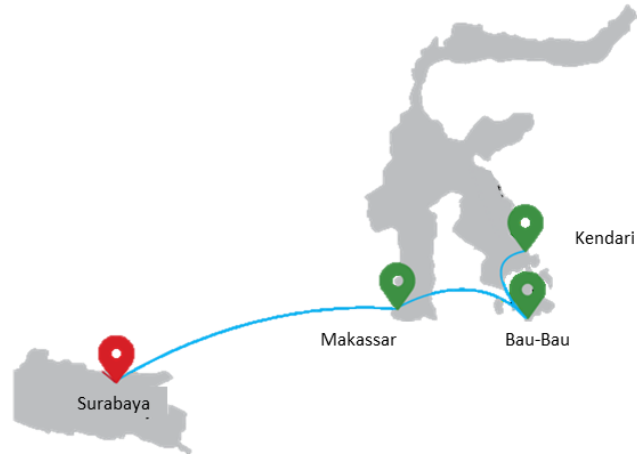
Berdasarkan gambar diatas, untuk *homebase* Surabaya untuk memenuhi permintaan di wilayah Kalimantan, PT. X melakukan pola operasi *port to port* yaitu satu asal dengan satu tujuan atau biasa disebut dengan *Direct Shipping*. Dari awal berdiri perusahaan pelayaran PT X melakukan pola operasi ini dan mampu bersaing dengan competitor yang lain.

4.4.2 Wilayah Sulawesi

Wilayah Kalimantan memiliki 3 tujuan kota yaitu Makassar, Bau – Bau, dan Kendari. Dari 3 kota tujuan Makassar dan Bau - Bau merupakan 2 kota tujuan yang memiliki permintaan tertinggi dibandingkan kota lainnya. Dengan kota Makassar rata-rata sebanyak 9.615 TEUs dalam per tahun dan Bau-Bau rata-rata sebanyak 9.051 TEUs per tahun.

Berdasarkan gambar diatas, untuk *homebase* Surabaya untuk memenuhi permintaan di wilayah Sulawesi, PT. X melakukan pola operasi *Multiport* yaitu satu asal dengan lebih dari satu tujuan atau biasa disebut dengan *Direct Shipping*. Perusahaan pelayaran melakukan pola operasi *Multiport* dikarenakan masing – masing tujuan di wilayah tersebut memiliki permintaan yang kurang sehingga diperlukan tambahan muatan untuk tetap menjaga kondisi tariff yang mampu bersaing dengan competitor lain.

Dari awal berdiri perusahaan pelayaran PT X melakukan pola operasi ini dan mampu bersaing dengan competitor yang lain.

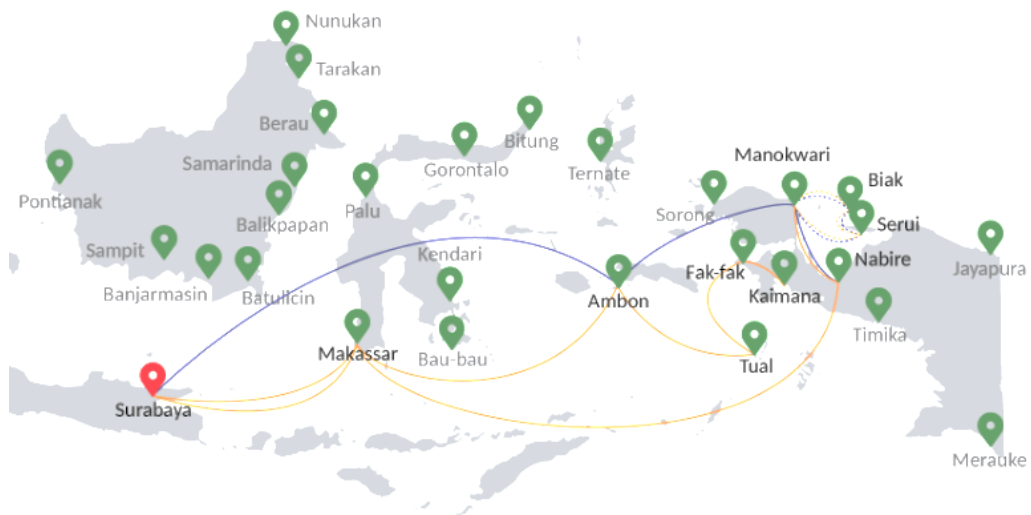


Sumber : myspil.com

Gambar 4-7 Pola Operasi Sulawesi

4.4.3 Wilayah Papua

Wilayah pola operasi Papua memiliki 3 tujuan kota yaitu Merauke, Jayapura, Timika, dan Ambon. Ambon meskipun tidak berada di pulau Papua, Ambon menjadi salah pasar yang besar di rute ini baik muatan Surabaya Ambon maupun sebaliknya. .



Sumber : myspil.com

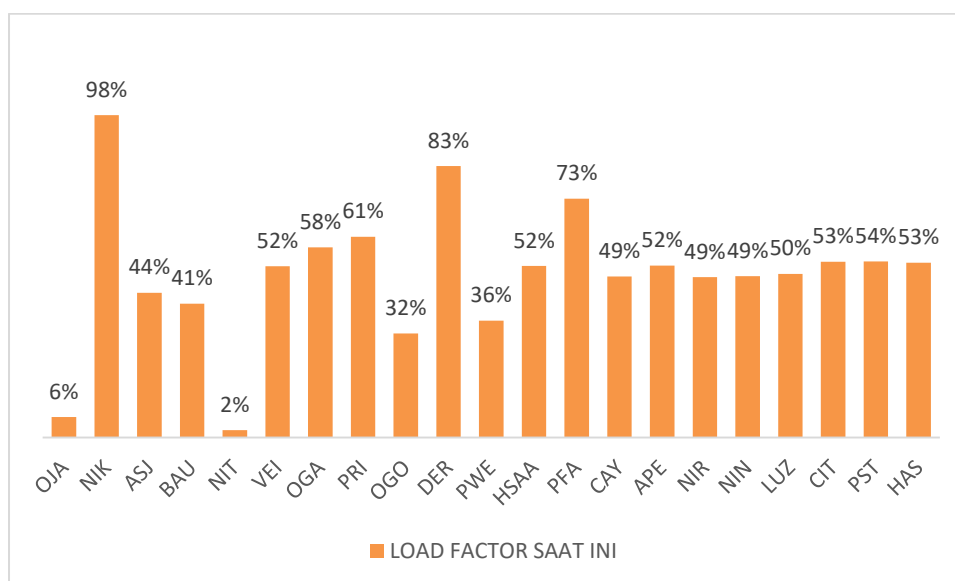
Gambar 4-8 Pola Operasi Papua

Dari 3 kota tujuan Jayapura, Sorong, Timika dan Ambon merupakan kota tujuan yang merupakan pasar baru. Dengan Jayapura rata-rata per tahun 13.879 TEUs dan kota Ambon rata-rata sebanyak 11.970 TEUs dalam satu tahun.

Berdasarkan gambar Gambar 4-8, untuk *homebase* Surabaya untuk memenuhi permintaan di wilayah Papua, PT. X melakukan pola operasi *Multiport* yaitu satu asal dengan lebih dari satu tujuan atau biasa disebut dengan *Direct Shipping*. Perusahaan pelayaran melakukan pola operasi *Multiport* dikarenakan masing – masing tujuan di wilayah tersebut memiliki permintaan yang kurang sehingga diperlukan tambahan muatan untuk tetap menjaga kondisi tariff yang mampu bersaing dengan competitor lain. Dari awal berdiri perusahaan pelayaran PT X melakukan pola operasi ini dan mampu bersaing dengan competitor yang lain

4.5 Kondisi *Load Factor* saat ini

Dalam proses berjalannya operasional di perusahaan PT. X dalam melakukan pemilihan ukuran kapal rata-rata hanya memiliki *load factor* sebesar 50%



Sumber : Data Penulis,2019

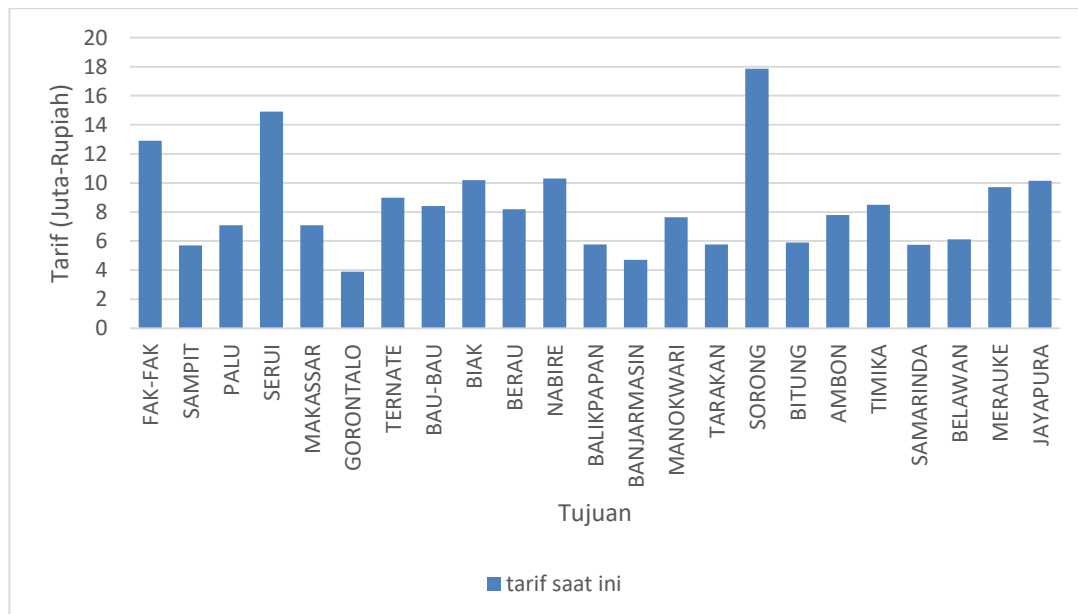
Gambar 4-9 Grafik *Load Factor* per kapal

Berdasarkan Gambar 4-9 hanya kapal Derajat biasanya digunakan untuk ke Sampit, Pekan Fajar untuk Rute Banjarmasin kapal SPIL Niken untuk Rute wilayah Papua dengan keadaan *Load factor* seperti ini, dalam proses pemilihan kapal sering kurang tepat, padahal PT. X memiliki data historis pembagian tiap rute di masing-masing kapal.

4.6 Kondisi Tarif Pasar

Di era globalisasi dan internet yang sudah bisa dijangkau dan dimanfaatkan peran perusahaan pelayaran pun ikut naik. Proses jual beli barang yang semakin mudah berdampak pada arus komoditas yang semakin tinggi tentu memiliki nilai lebih di mata perusahaan pelayaran salah satunya adalah arus komoditas yang dilayani juga ikut naik.

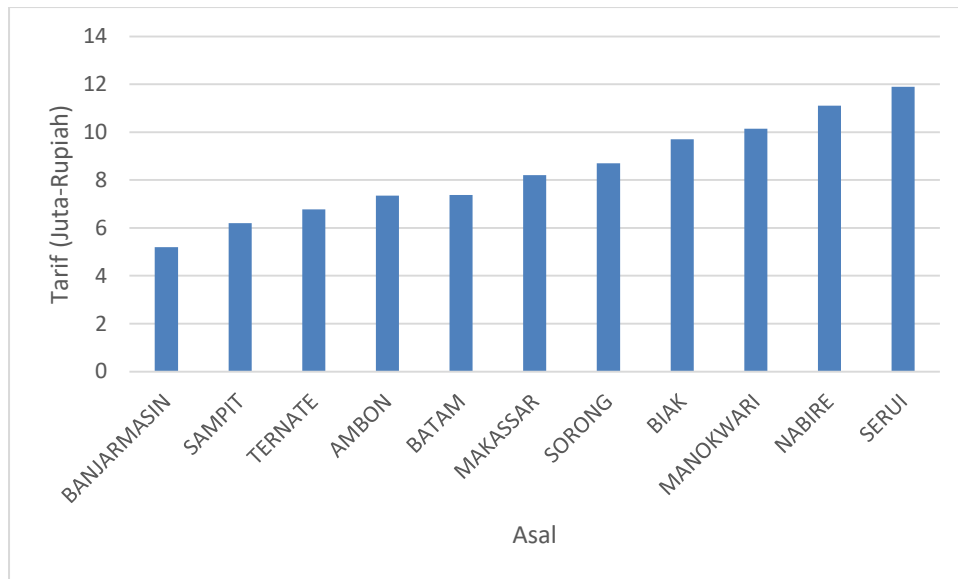
Sebagai salah satu pelaku utama konektivitas di negara dengan bentuk kepulauan, perusahaan pelayaran memiliki kesempatan yang lebih dibandingkan angkutan barang yang lain seperti via udara dan darat. Namun, seiring bertumbuhnya persaingan perusahaan pelayaran, mulai bermunculan cara-cara yang baik maupun yang tidak baik dalam bersaing. Dalam bersaing masing-masing perusahaan pelayaran memiliki banyak cara yang dilakukan demi mendapatkan pasar baik dari segi pelayanan maupun tarif pelayaran



Sumber : data penulis,2019

Gambar 4-10 Tarif saat ini

Berdasarkan grafik diatas untuk rute Surabaya – Sorong menduduki posisi pertama untuk tariff per Unit dengan tariff sebesar Rp. 17.8700.000,- hal ini terjadi akibat adanya pengaruh permintaan di wilayah tersebut panjangnya jarak, data historis permintaan di kota Sorong. Salah satu penyebab tariff yang berlaku masih tinggi adalah PT.X memiliki biaya per unit yang cukup tinggi dikarenakan rata-rata potensi muatan balik dari Sorong tidak tinggi. Berbeda dengan Banjarmasin tariff yang berlaku rendah selain dikarenakan jarak tempuh dan permintaan, untuk muatan balik ke Surabaya kapal rata-rata penuh . berikut ini tariff muatan balik (ke Surabaya)



Gambar 4-11 Tarif Muatan Balik (ke Surabaya)

Pada Gambar 4-11 Serui memiliki tariff paling tinggi dikarenakan jarak tempuh tapi potensi muatan balik cukup rendah. Berdasarkan survey, hanya sekitar 25%. Pada umumnya, muatan balik tersebut adalah kendaraan bermotor. Berbeda dengan Banjarmasin yang memiliki tariff yang cukup rendah dikarenakan potensi muatan yang tinggi rata-rata 80% dari *payload* kapal. Pada umumnya, muatan semen dan pupuk.

4.6.1 Penentuan *Freight Cost* Pelayaran Domestik

INSA (Indonesia National Shipping Association) adalah sebuah organisasi yang menaungi beberapa perusahaan pelayaran di Indonesia. Guna terciptanya persaingan yang sehat antar perusahaan pelayaran di Indonesia. Perusahaan pelayaran yang tergabung dalam INSA melakukan rapat rutin setiap 3 bulan sekali dan rapat insidental untuk membahas tentang kondisi pasar pelayaran di Indonesia.

Pembahasan dalam rapat rutin salah satu bahasan adalah penentuan Bottom Line tariff untuk tiap petikemas yang terakut dalam sekali perjalanan ke suatu tujuan dalam rute domestic.

Berikut ini komponen dari perhitungan biaya per unit perusahaan saat ini.

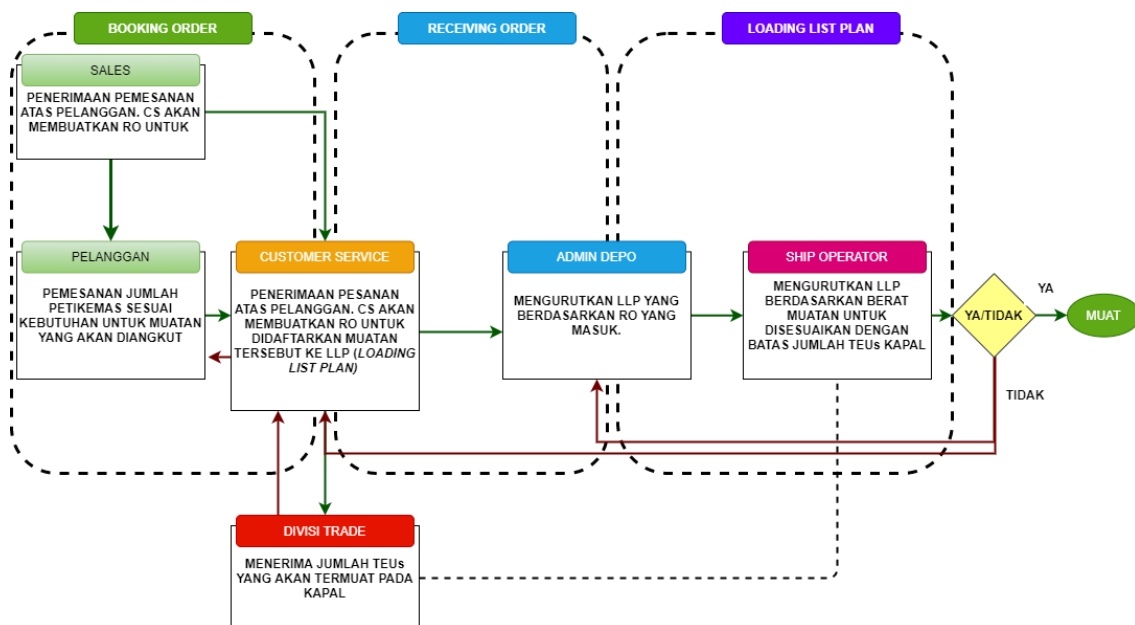
1. ***Vessel Cost*** berisi komponen perhitungan biaya perbaikan dan pemeliharaan, biaya gaji kru kapal, biaya asuransi, dan biaya administrasi dalam satuan hari.
2. ***Operating Cost*** berisi komponen perhitungan biaya bahan bakar dan biaya pelabuhan

3. **Cargo Handling Cost** berisi komponen untuk perhitungan biaya bongkar muat.
4. **Charter Container** berisi penambahan biaya sewa ketika yang digunakan perusahaan pelayaran bukan petikemas milik sendiri, ini terjadi ketika stok kontainer kosong habis.

Dari keempat komponen tersebut, biaya bahan bakar dan biaya pelabuhan yang menjadi bahan pertimbangan dalam rapat INSA yang dilakukan 3 Bulan sekali.

4.6.2 Proses Pemilihan Kapal

Dalam proses pemilihan kapal dilakukan oleh Divisi Trade dengan alur sebagai berikut untuk mengetahui jumlah muatan yang akan termuat pada suatu rute :



Gambar 4-12 Alur Pemuatan / Batal Muat

Pada Gambar 4-12 menjelaskan proses mengetahui jumlah muatan yang akan dimuat untuk per *shipment* nya. Dengan mengetahui data historis dan jumlah muatan tersebut merupakan bahan pertimbangan dalam proses pemilihan kapal yang akan digunakan

BAB 5

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Perhitungan Biaya Transportasi Laut

Biaya pada penelitian ini dibedakan menjadi 4 bagian yaitu biaya kapital, biaya operasional, biaya berlayar dan biaya bongkar muat. Komponen biaya di model perhitungan penelitian ini digunakan untuk mendapatkan biaya total yang dijadikan sebagai tujuan metode optimasi ini untuk mencapai biaya total paling optimum.

5.1.1 Biaya Kapital / *Capital Cost*

Biaya awal yang dapat dihitung adalah besarnya biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan kapal (biaya pembelian kapal atau biaya pembangunan kapal baru). Biaya modal ini tergantung pada sumber dari pemilik kapal mendapatkan modal untuk kapalnya (uang sendiri atau pinjaman). Berdasarkan hasil wawancara dengan kepala cabang dan beberapa staf perusahaan, dalam pengadaan sumber dana pembelian kapalnya PT. X melakukan pinjaman ke bank. Sehingga biaya modal per tahun dapat dihitung dengan menjumlahkan besar biaya angsuran per tahun dan biaya penyusutan kapal per tahunnya.

Table 5-1 Tabel Hasil Perhitungan Biaya Kapital

BIAYA KAPITAL (/TAHUN)		
TEUS.MILES	PETIKEMAS	SPCB
2.500.000	Rp 794.157.934	Rp 611.930.358
3.750.000	Rp 962.904.220	Rp 969.267.733
5.000.000	Rp 1.134.869.749	Rp 966.981.125
6.250.000	Rp 1.909.261.662	Rp 1.565.232.013
7.500.000	Rp 2.754.710.092	Rp 1.894.322.650
10.000.000	Rp 1.990.602.483	Rp 1.851.143.993
11.250.000	Rp 2.318.066.730	Rp 2.033.160.888
12.500.000	Rp 2.454.668.382	Rp 2.102.015.681
15.000.000	Rp 2.881.174.112	Rp 2.437.687.210
17.500.000	Rp 3.014.481.607	Rp 2.764.408.796
18.750.000	Rp 3.295.955.546	Rp 3.174.014.098
20.000.000	Rp 3.060.400.375	Rp 3.174.952.719
22.500.000	Rp 3.983.953.428	Rp 3.637.109.288

BIAYA KAPITAL (/TAHUN)		
TEUS.MILES	PETIKEMAS	SPCB
25.000.000	Rp 5.546.431.450	Rp 3.902.943.017
26.250.000	Rp 5.485.821.610	Rp 4.230.694.791
30.000.000	Rp 4.074.244.115	Rp 4.663.537.841
31.250.000	Rp 5.563.990.138	Rp 4.738.343.816
35.000.000	Rp 7.374.185.561	Rp 5.349.962.516
37.500.000	Rp 6.212.666.035	Rp 5.736.059.572
40.000.000	Rp 7.367.419.411	Rp 6.233.169.318
43.750.000	Rp 6.595.330.346	Rp 6.586.552.850
45.000.000	Rp 9.992.042.534	Rp 6.874.158.533
50.000.000	Rp 8.406.925.439	Rp 7.656.771.211
52.500.000	Rp 10.372.581.436	Rp 7.859.558.909
60.000.000	Rp 11.683.328.661	Rp 8.844.668.317

Perhitungan Table 5-2 pada adalah sebagai berikut, hasil yang didapatkan dari perhitungan biaya capital berdasarkan perhitungan Berat Baja, Permesinan dan Perlengkapan kapal. Berikut contoh perhitungan untuk biaya capital

Table 5-2 Perhitungan Berat Baja Total

CAPITAL COST		
Perhitungan Harga Kapal		
<u>Input Data:</u>		
W_{ST}	=	792,165 Ton
$W_{E\&O}$	=	154,031 Ton
W_{ME}	=	36 Ton
Harga Baja	= Rp	7.500.000,00 /ton
; mild steel grade a marine use		

Pada Table 5-2 dihasilkan berat kapal untuk perhitungan biaya capital yang akan dikalikan dengan harga baja tiap ton nya sebesar Rp. 7.500.000. setelah dikalikan didapatkan hasil total biaya tiap kapal sebagai berikut

Table 5-3 Perhitungan Biaya Kapital

Perhitungan Biaya		
1. Structural Cost		
P_{ST}	= $W_{ST} \cdot \text{Harga Baja}$	
	= Rp	5.941.240.636,99
2. Outfit Cost		
$P_{E\&O}$	= $W_{E\&O} \cdot C_{E\&O}$	
	= Rp	1.155.234.534,38
3. Machinery Cost		
P_{ME}	= $W_{ME} \cdot C_{ME}$	
	= Rp	270.481.547,97
4. Non-weight Cost		
C_{NW}	=	10%
P_{NW}	= $C_{NW} \cdot (P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME})$	
	= Rp	736.695.671,93
Biaya	= $P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME} + P_{NW}$	
	= Rp	8.103.652.391,27

Pada Table 5-3 didapatkan biaya yang dibutuhkan tiap kapal. Dalam pembagian sumber dana (pinjaman bank dan uang sendiri) dan masa penyusutan diasumsikan sama pada semua kapal. Biaya penyusutan diperoleh dengan cara mengurangi harga kapal dengan biaya residu (sebesar 5% dari harga kapal) kemudian dibagi dengan masa penyusutan kapal (diasumsikan 25 tahun). Sedangkan besar biaya angsuran tahun 2019 dipengaruhi oleh bunga pinjaman sebesar 6% dengan masa pinjaman selama 20 tahun dan pembayaran setiap 1 tahun sekali. Sehingga diperoleh total *capital cost* per tahun untuk tiap kapal nya berikut contoh perhitungan untuk pembagian sumber dana tersebut.

Table 5-4 Pembagian Dana

Perhitungan Harga			
1. Keuntungan	=	5% · Biaya	
	=	Rp	405.182.619,56
2. Inflasi	=	2% · Biaya	
	=	Rp	162.073.047,83
3. Pajak	=	-9% · Biaya	
	=	-Rp	729.328.715,21
Harga	=	Biaya + Keuntungan + Inflasi + Pajak	
	=	Rp	7.941.579.343,45
Jumlah Kapal	=		1 unit
	=	Rp	456.067.994,38 pertahun
Kurs	=	Rp	14.300,00 US/\$
Tenor	=		20 tahun
Inerest	=		10% /tahun
Pinjam	=		100% /tahun
Depresi Harga Kapal	=	Rp	317.663.174 /tahun
Bunga Pinjaman	=	Rp	39.707.897 /tahun
Asuransi	=	Rp	436.786.864 /tahun
Total	=	Rp	794.157.934 /tahun
		Rp	7.219.618 /trip

Dari hasil biaya capital didapatkan biaya capital per tahun sebesar Rp. 794.157.934 jika dibagi untuk tiap *trip* nya biaya capital sebesar Rp. 7.219.618 yang nantinya akan diakumulasikan tiap tahunnya.

5.1.2 Biaya Operasional /*Operating Cost*

Biaya operasional merupakan biaya yang dikeluarkan tiap tahun untuk kru kapal. Ada perbedaan antara kapal petikemas dengan SPCB. Pada umumnya, kapal petikemas memiliki 19 kru kapal sedangkan untuk SPCB 10 kru kapal. Selain dari gaji kru kapal, ada juga untuk perbekalan kru kapal selama kapal beroperasi selama 330 hari yang diasumsikan tiap orang memiliki bagian Rp. 60.000 per harinya

Table 5-5 Tabel Perhitungan Biaya Operasional

OPERATING COST			
Perhitungan Gaji			
Jumlah Crew	=		19 orang
Gaji/Crew/Bulan	=	Rp	6.000.000
Total Gaji	=	Rp	1.482.000.000 /tahun
Perhitungan Repair & Maintenance			
Asumsi =		3% dari harga kapal	
	=	Rp	238.247.380,30 /tahun
Perhitungan Asuransi			
Asumsi =		1,5% dari harga kapal	
		Rp	119.123.690,15 /tahun
Perhitungan Supplies Crew			
	=	Rp	60.000,00 /orang/hari
	=	Rp	376.200.000,00 /tahun
Perhitungan Dokumen & Administrasi			
	=	Rp	5.000.000,00 /trip
	=	Rp	44.311.421,41
Total OC	=	Rp	2.259.882.492 /tahun

Selain dari kru kapal, biaya operasional meliputi biaya pemeliharaan dan perbaikan kapal yang diasumsikan biaya sebesar 3% dari harga kapal per tahunnya. Dilanjutkan dengan biaya Asuransi yang diasumsikann sebesar 1,5% dari harga kapal. Terakhir, biaya pengurusan dokumen sebesar Rp. 5.000.000, - untuk tiap trip. Dari perhitungan yang dilakukan didapatkan hsail sebagai berikut.

Table 5-6 Hasil Perhitungan Biaya Opersioanal

BIAYA OPERASIONAL (/TAHUN)			
TEUS.MILES	PETIKEMAS	SPCB	
2.500.000	Rp 2.259.882.492	Rp 2.059.568.661	
3.750.000	Rp 2.337.337.037	Rp 4.834.570.480	
5.000.000	Rp 2.416.269.215	Rp 4.273.541.506	
6.250.000	Rp 2.771.715.103	Rp 8.546.954.406	
7.500.000	Rp 3.159.775.932	Rp 8.590.045.192	
10.000.000	Rp 4.704.414.540	Rp 7.415.614.797	
11.250.000	Rp 2.959.356.629	Rp 6.980.922.400	
12.500.000	Rp 4.917.420.787	Rp 10.552.907.056	
15.000.000	Rp 7.008.550.917	Rp 8.253.759.245	

BIAYA OPERASIONAL (/TAHUN)		
TEUS.MILES	PETIKEMAS	SPCB
17.500.000	Rp 5.174.375.057	Rp 8.551.983.958
18.750.000	Rp 5.303.571.595	Rp 11.274.306.344
20.000.000	Rp 7.090.815.772	Rp 10.274.728.724
22.500.000	Rp 5.619.362.623	Rp 13.601.899.180
25.000.000	Rp 10.127.268.035	Rp 9.935.524.358
26.250.000	Rp 8.204.084.119	Rp 15.898.212.656
30.000.000	Rp 9.451.534.049	Rp 16.287.592.028
31.250.000	Rp 8.239.963.473	Rp 10.311.454.717
35.000.000	Rp 14.756.935.172	Rp 14.449.483.132
37.500.000	Rp 16.119.161.710	Rp 17.995.226.807
40.000.000	Rp 14.753.829.510	Rp 22.487.926.193
43.750.000	Rp 14.399.440.629	Rp 17.642.948.782
45.000.000	Rp 15.958.531.523	Rp 21.549.371.340
50.000.000	Rp 11.440.234.776	Rp 26.115.547.045
52.500.000	Rp 18.028.562.879	Rp 21.815.201.509
60.000.000	Rp 18.630.195.855	Rp 24.543.300.743

5.1.3 Biaya Pelayaran / *Voyaged Cost*

Biaya pelayaran terdiri dari dua komponen biaya yaitu biaya bahan bakar mesin dan biaya pelabuhan. Penjelasan mengenai perhitungan komponen tersebut adalah sebagai berikut:

a. **Biaya Bahan Bakar Mesin (BBM)**

Untuk mesin induk menggunakan Marine Fuel Oil (MFO) sedangkan untuk mesin bantu menggunakan High Speed Diesel (HSD). Harga BBM yang digunakan dalam perhitungan yaitu Rp. 13.000,-/liter untuk MFO dan Rp. 9.000,-/liter untuk HSD (sumber: infohargabbm.com harga BBM solar industri PT. Pertamina (Persero) periode 15-30 April 2019 wilayah III: Kalimantan). Berikut contoh perhitungan biaya BBM.

Table 5-7 Tabel Perhitungan BBM

VOYAGE COST		
Perhitungan Fuel Oil Cost		
1. Main Engine (MFO)		
	= Rp	51.076.787 /roundtrip
	=	4.954.448.315,36 /tahun
2. Aux Engine (HSD)		
	= Rp	7.113.771 /roundtrip
	=	690.035.833,24 /tahun
Total Fuel Oil	= Rp	5.644.484.149 /tahun

Perhitungan pada Table 5-7 merupakan perkalian dari konsumsi bahan bakar untuk tiap jenis mesin yang di telah dijelaskan pada 2.3.3 dan didapatkan untuk tiap tahun biaya BBM yang dikeluarkan sebesar Rp. 5.644.484.149

b. Biaya Pelabuhan

Biaya pelabuhan yang dikeluarkan dipengaruhi berdasarkan beberapa variable seperti *Gross Tonage* kapal, waktu (*portime*), gerakan kapal masuk alur dan keluar alur, dan yang terakhir *etmal* yaitu satuan waktu di pelabuhan ptiap 24 jam. Berikut tariff yang berlaku di masing-masing pelabuhan berdasarkan cakupan Pelabuhan Indonesia I,II,III, dan IV.

Table 5-8 Tarif Pelabuhan

PELINDO	I	II	III	IV	
Labuh	Rp 90	Rp 95	Rp 112	Rp 110	Per GT/Kunjungan
Sandar					
Dermaga Beton	Rp 120.000	Rp 120.000	Rp 120.000	Rp 120.000	per GT/Etmal
Pandu					
Tarif Tetap	Rp 136.000	Rp 150.000	Rp 225.000	Rp 135.000	Per Kapal/Gerakan
Tarif Variable	Rp 28	Rp 35	Rp 45	Rp 28	per GT/Kapal/Gerakan
Tunda					
Tariff Tetap	Rp 600.000	Rp 600.000	Rp 600.000	Rp 600.000	per Kapal yang Ditunda/Jam
Tariff Variable	Rp 30	Rp 30	Rp 30	Rp 17	per GT/Kapal yang Ditunda/Jam
Buka Tutup Palkah/Pipa	Rp 300.000	Rp 300.000	Rp 300.000	Rp 354.000	Rp/unit

Sumber : Peraturan Direksi Pelabuhan Indonesia I,II,III,IV (persero) pd 21 Tahun 2013, diolah kembali

Nilai etmal pada tarif pelabuhan di atas diasumsikan tiap kapal berlaku 1 etmal atau 24 jam dalam sekali sandar. Berikut ini perhitungan komponen dari biaya pelabuhan

Table 5-9 Perhitungan Biaya Pelabuhan

Perhitungan Biaya Pelabuhan				
GT Kapal	=	1492,233		2 gerakan 1 etmal=hari
SURABAYA (MUAT)				
Labuh	=	Rp 90	Per GT/Kunjungan	13.027.198 /tahun
Sandar				
Dermaga Beton	=	Rp 120.000	per GT/Etmal	17.369.597.480 /tahun
Pandu				
Tarif Tetap	=	Rp 136.000	Kapal/Gerakan	Rp 26.384.000,00 /tahun
Tarif Variable	=	Rp 28	per GT/Kapal/Gerakan	Rp 8.105.812,16 /tahun
Tunda				
Tariff Tetap	=	Rp 600.000	per Kapal yang Ditunda/Jam	Rp 58.200.000 /tahun
Tariff Variable	=	Rp 30	per GT/Kapal yang Ditunda/Jam	Rp 4.342.399,37 /tahun
				Rp 17.479.656.889,19 /tahun

Pada Table 5-9 tertera besar biaya pelabuhan pada tiap kapal per tahun. Besar biaya pelabuhan ini dipengaruhi oleh *port time* di pelabuhan. Pada perhitungan di atas,

diasumsikan pula kapal bermuatan penuh dengan perhitunga *Gross Tonage* yang telah dijelaskan pada 2.2.9 Dari perhitungan yang dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut

Table 5-10 Hasil Perhitungan Biaya Pelayaran

BIAYA PELAYARAN (/TAHUN)		
TEUS.MILES	PETIKEMAS	SPCB
2.500.000	Rp 38.974.465.543	Rp 33.374.461.406
3.750.000	Rp 56.334.802.388	Rp 48.028.915.730
5.000.000	Rp 40.137.201.604	Rp 36.230.183.314
6.250.000	Rp 121.108.349.783	Rp 81.932.983.542
7.500.000	Rp 173.882.890.912	Rp 98.848.178.829
10.000.000	Rp 81.298.859.100	Rp 73.469.922.728
11.250.000	Rp 74.804.204.508	Rp 60.383.110.045
12.500.000	Rp 39.580.990.059	Rp 48.775.489.312
15.000.000	Rp 38.544.016.427	Rp 50.503.960.640
17.500.000	Rp 47.170.338.665	Rp 53.483.699.881
18.750.000	Rp 71.788.800.645	Rp 70.367.294.721
20.000.000	Rp 44.169.783.176	Rp 58.733.558.899
22.500.000	Rp 72.987.643.844	Rp 76.026.392.821
25.000.000	Rp 83.129.986.495	Rp 92.777.869.722
26.250.000	Rp 63.297.136.522	Rp 81.713.913.771
30.000.000	Rp 58.906.470.344	Rp 86.306.833.913
31.250.000	Rp 119.432.152.565	Rp 114.307.008.390
35.000.000	Rp 85.300.587.129	Rp 106.744.995.351
37.500.000	Rp 86.151.267.975	Rp 125.228.028.136
40.000.000	Rp 79.775.316.008	Rp 114.820.591.702
43.750.000	Rp 104.017.784.119	Rp 130.816.066.656
45.000.000	Rp 130.655.765.931	Rp 150.210.493.336
50.000.000	Rp 122.194.643.412	Rp 141.752.989.311
52.500.000	Rp 118.700.446.926	Rp 158.483.490.978
60.000.000	Rp 122.226.114.814	Rp 167.672.602.236

5.1.4 Biaya Bongkar Muat

Biaya bongkar/muat merupakan biaya yang melekat pada jumlah muatan. Biaya bongkar/muat untuk setiap pelabuhan memiliki tariff yang berbeda berikut tariff jasa bongkar muat untuk muatan petikemas

Table 5-11 Tarif Bongkar Muat

PELINDO	tarif (per Box)	
I	Rp 1.350.000	20 ft.
II	Rp 1.600.000	
III	Rp 1.500.000	
IV	Rp 720.000	

Sumber : Peraturan Direksi Pelabuhan Indonesia I,II,III,IV (persero) pd 21 Tahun 2013, diolah kembali

Pada Table 5-11 yang akan dikalikan dengan jumlah muatan yang terbongkar/termuat yang telah dijelaskan pada 0 berikut ini hasil dari perhitungan biaya bongkar muat.

BIAYA BONGKAR MUAT (/TAHUN)		
TEUS.MILES	PETIKEMAS	SPCB
2.500.000	Rp 30.000.000.274	Rp 30.000.000.099
3.750.000	Rp 45.000.000.708	Rp 45.000.000.576
5.000.000	Rp 30.000.001.525	Rp 30.000.000.432
6.250.000	Rp 75.000.002.407	Rp 75.000.002.031
7.500.000	Rp 90.000.002.291	Rp 90.370.232.695
10.000.000	Rp 60.000.000.516	Rp 60.000.001.807
11.250.000	Rp 45.000.000.919	Rp 45.000.000.974
12.500.000	Rp 30.000.001.244	Rp 30.000.000.473
15.000.000	Rp 30.007.548.767	Rp 30.000.000.060

17.500.000	Rp 22.200.000.453	Rp 22.200.000.117
18.750.000	Rp 45.000.000.187	Rp 45.000.000.000
20.000.000	Rp 22.200.000.426	Rp 22.200.000.276
22.500.000	Rp 45.000.000.457	Rp 45.000.000.755
25.000.000	Rp 60.000.001.282	Rp 60.000.001.565
26.250.000	Rp 33.300.001.347	Rp 33.300.000.181
30.000.000	Rp 33.300.000.301	Rp 33.300.000.439
31.250.000	Rp 75.000.002.315	Rp 75.035.445.882
35.000.000	Rp 44.400.001.610	Rp 44.400.000.088
37.500.000	Rp 75.000.000.855	Rp 75.000.000.248
40.000.000	Rp 44.400.000.689	Rp 44.400.000.142
43.750.000	Rp 55.500.001.467	Rp 55.759.540.958
45.000.000	Rp 90.000.002.003	Rp 90.000.000.329
50.000.000	Rp 55.500.000.670	Rp 55.500.000.865
52.500.000	Rp 66.600.000.311	Rp 66.600.000.107
60.000.000	Rp 66.600.002.023	Rp 66.600.001.457

5.1.5 Biaya Total / Total Cost

Komponen dari total biaya meliputi jumlah seluruh biaya yang masing-masing komponennya telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Biaya saat kapal tidak bertugas dimasukkan ke dalam komponen biaya operasional. Sehingga perhitungan total biaya dapat dirumuskan menjadi,

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

5-1

Keterangan:

TC = Total Cost atau total biaya

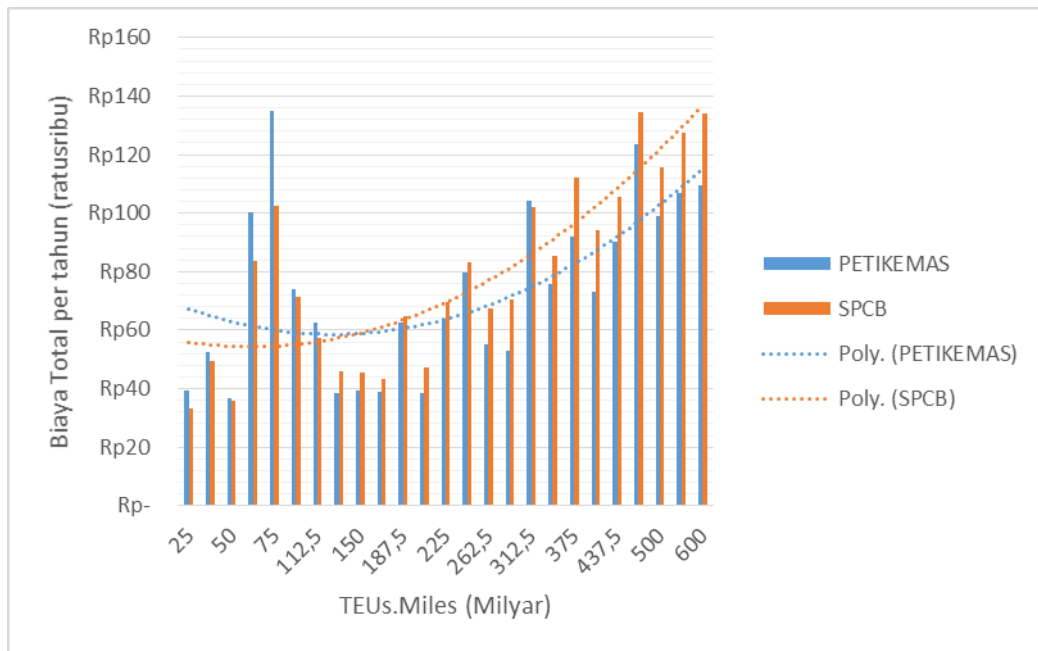
CC = Capital Cost atau biaya capital

OC = Operating Cost atau biaya operasional

VC = Voyage Cost atau biaya pelayaran

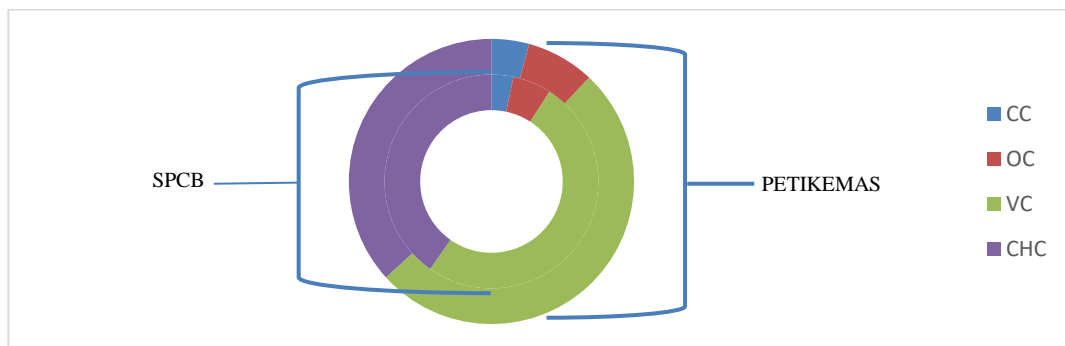
CHC = Cargo Handling Cost atau biaya bongkar muat

Dari komponen – komponen diatas untuk mendapatkan biaya total berikut ini hasil dari rumusan diatas



Gambar 5-1 Perbandingan Kapal Petikemas & SPCB

Pada Gambar 5-1 terlihat bahwa biaya total untuk jarak dan permintaan yang sedikit SPCB lebih murah dibandingkan dengan kapal petikemas. Namun, untuk jarak dan permintaan yang cenderung besar, kapal Petikemas lebih murah daripada SPCB. Berikut grafik proporsi komponen biaya total



Gambar 5-2 Perbandingan Antar Komponen Biaya

5.2 Metode Optimasi

Optimasi merupakan salah satu cara pengambilan keputusan dengan suatu proses untuk mencapai hasil yang ideal atau optimal baik memaksimalkan maupun meminimumkan suatu fungsi tertentu dengan faktor-faktor pembatasnya. Optimasi dapat berupa mengoptimalkan sesuatu hal yang sudah ada atau merancang dan membuat sesuatu agar optimal. Proses tersebut dapat dilakukan secara manual maupun dengan bantuan/tool (contohnya: solver).

Penelitian tugas akhir ini menggunakan solver yang tersedia pada Open Solver dengan tujuan meminimumkan total biaya. Dalam prosesnya, solver akan menentukan ukuran kapal yang dinilai optimum untuk melayani permintaan yang bermacam-macam dengan jarak yang bermacam. Dari penjelasan tersebut, metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah dengan *Non Linear Programming*.

5.2.1 Proses Optimasi

Proses optimasi diawali dengan menghitung, komponen biaya dan data lain yang berhubungan dengan tujuan yang akan dicapai. Perhitungan tersebut dapat dibuat langsung dalam *Microsoft Excel*. Langkah selanjutnya adalah membuat model optimasi yang terdiri dari:

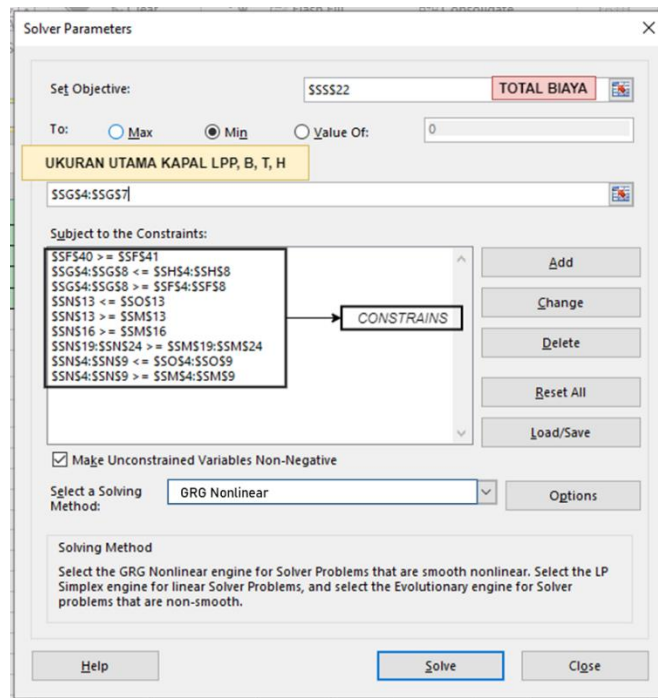
- a. *Objective Function* atau *Target Cell*. Merupakan tujuan dari optimasi yang akan dicapai (meminimumkan atau memaksimalkan). Dalam penelitian ini, tujuan yang dioptimalkan adalah minimum total biaya.
- b. *Changing Cells*. Merupakan sel di dalam baris atau kolom yang akan diubah dan berpengaruh terhadap tujuan optimasi. Sel yang dipilih dalam penelitian ini adalah sel yang menentukan ukuran Panjang (LPP), Lebar (B), Sarat (T), Tinggi (H).
- c. *Constraint*. Merupakan faktor-faktor yang membatasi proses optimasi dalam penelitian dan mempengaruhi hasil di dalam *changing cells*.
Parameter batasan yang dipakai dalam penelitian ini yaitu:

Terdapat batasan dalam perhitungan ukuran kapal ini, batasan tersebut antara lain :

Lpp adalah panjang dari AP ke FP	T adalah sarat kapal
B adalah lebar kapal	H adalah tinggi kapal
L/B	B/H
B/T	L/H
Besar Freeboard	Stabilitas Kapal
Jumlah Frekuensi Roundtrip	Total Muatan terangkut

Komponen untuk pembuatan model di atas kemudian dimasukkan ke dalam *solver* sesuai dengan ketentuan.

Pada Gambar 5-3 tertera tujuan dan metode yang digunakan untuk proses optimasi penelitian ini. Pada kolom Set Target Cells diisi dengan suatu sel yang merupakan total biaya pada model, dengan tujuan minimum. Pada Changing Cells merupakan ukuran utama kapal yang dibuat dalam model non-linear.



Gambar 5-3 Objective Fuction, Contraints dan Decision Variable

5.2.2 Hasil Optimasi

Setelah melalui proses awal optimasi dengan memasukkan semua parameter model, selanjutnya solver akan bekerja mengoptimalkan model yang diminta. Hasil dari proses optimasi ini dapat diterima jika Problem Status menyatakan “Optimal” dengan suatu nilai dari tujuan optimasinya.

Solver menyatakan bahwa model tersebut telah optimal setelah melalui proses optimasi. Proses optimasi dengan solver ini dijalankan berulang kali agar hasil yang tertera benar-benar optimal. Dari hasil tersebut diperoleh ukuran utama kapal yang dimunculkan oleh solver di dalam kolom dan baris changing cells.

5.3 Pembahasan

Model standard yang dioptimasi dalam penelitian ini dibuat untuk mendapatkan ukuran utama kapal dengan biaya total minimum bertujuan biaya per unit minimum. Model dibuat untuk 2 tipe angkutan yaitu angkutan kapal petikemas dengan angkutan Self Proppelled Container Barge (SPCB). Model ini mengoptimasi biaya total berdasarkan jarak dan permintaan tertentu untuk mendapatkan biaya total paling optimum untuk masing-masing jenis angkutan, selanjutnya dari biaya total tersebut akan dibagi dengan permintaan tiap tahun dengan jarak tempuh saat berlayar.

5.3.1 Biaya per Unit

$$UC = \frac{TC}{(D \times S)} \quad 5-2$$

Keterangan :

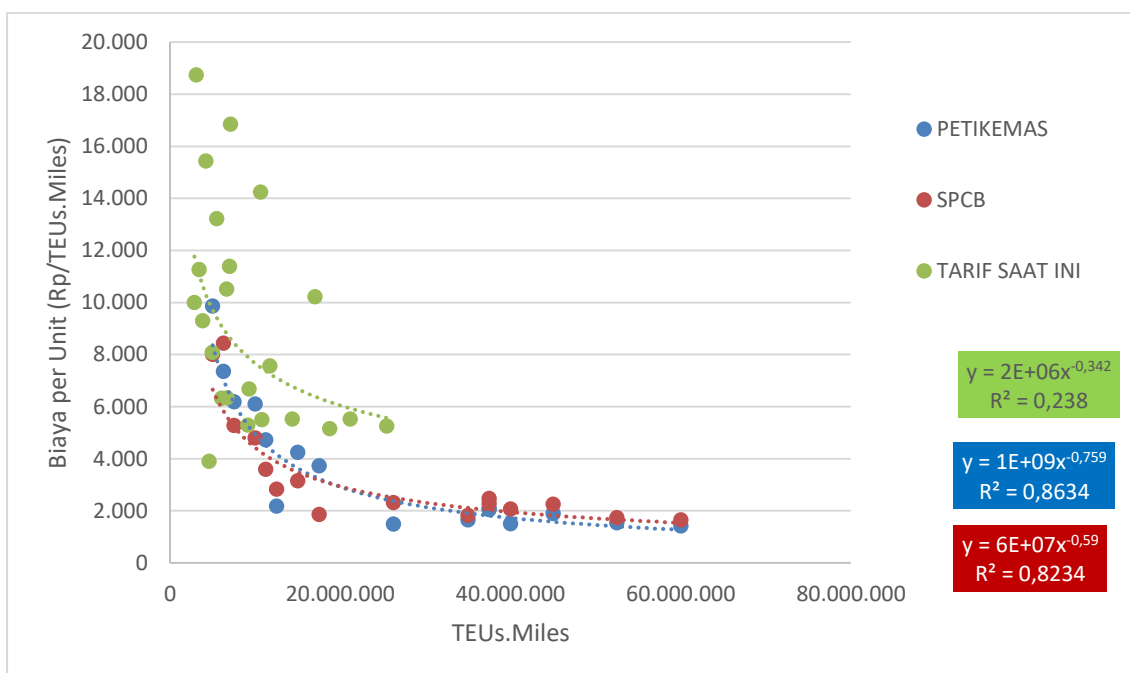
UC = Biaya per Unit (Rp/TEUs.Miles)

TC = Biaya Total (Rp/tahun)

D = Permintaan (TEUs/tahun)

S = Jarak (nm)

Berikut ini hasil dari perhitungan biaya per unit. Kapal petikemas dan SPCB dibandingkan dengan kondisi permintaan dan jarak tempuh yang sama.



Gambar 5-4 Hasil Optimasi Biaya per Unit

Dari hasil optimasi ini menunjukkan bahwa biaya satuan yang diberlakukan saat ini belum memenuhi dari pendekatan perhitungan biaya per unit untuk jasa angkutan laut. Dari hasil optimasi menghasilkan persamaan garis berikut ini

$$Petikemas \rightarrow y = 1E + 09x^{-0,759} (R^2 = 0,8634) \quad 5-3$$

$$SPCB \rightarrow y = 6E + 07x^{-0,59} (R^2 = 0,8234) \quad 5-4$$

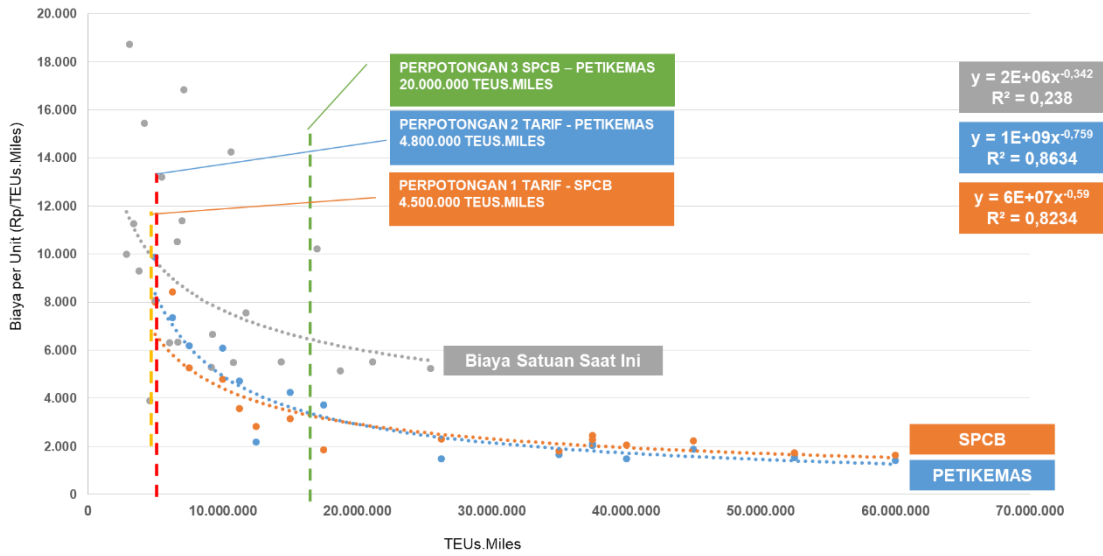
$$Biaya Satuan saat ini \rightarrow y = 2E + 06x^{-0,342} (R^2 = 0,238) \quad 5-5$$

Keterangan :

Y = Biaya Per Unit (Rp/TEUs.Miles)

X = Permintaan . Jarak Tempuh (TEUs.Miles)

Dari ketiga persamaan tersebut terjadi perpotongan antar garis Berikut ini perpotongan antar garis yaitu menunjukkan kecenderungan data masing-masing.



Gambar 5-5 Perpotongan Antar Persamaan Garis

Berikut ini contoh perhitungan untuk menemukan titik potong antara SPCB, Petikemas dengan Tarif Pasar

$$y_1 = y_2$$

$$1E + 09x^{-0,759} = 6E + 07x^{-0,59}$$

$$x = 20.000.000 \text{ TEUs. Miles}$$

Table 5-12 Perpotongan Antar Persamaan

No	Perpotonngan Garis	X (TEUs.Miles)
1	SPCB - Tarif Pasar	4.500.000
2	Petikemas - Tarif Pasar	4.800.000
3	Petikemas – SPCB	20.000.000

Ada 2 pengertian dari hasil perpotongan antar garis yang dihasilkan dari model optimasi. Berikut ini penjelasan dari hasil perpotongan tersebut

1. Perpotongan 1 dan 2

Perpotongan 1 dan 2 menunjukkan bahwa tariff yang berlaku pada rute dengan permintaan dan jarak tempuh yang tercantum masih dibawah pendekatan perhitungan biaya per unit.

Jika di implementasikan dengan kondisi saat ini, titik potong 1 menunjukkan kondisi Surabaya-Palu sedangkan, titik potong 2 menunjukkan kondisi Surabaya-Berau.

2. Perpotongan 3

Perpotongan 3 menunjukan rekomendasi penggunaan jenis kapal pada permintaan dan jarak tempuh.

Jika kondisi permintaan dan jarak tempuh kurang dari 20.000.000 TEUs.Miles direkomendasikan menggunakan SPCB untuk mendapatkan biaya yang lebih murah sedangkan, permintaan dan jarak tempuh lebih dari 20.000.000 TEUs.Miles direkomendasikan menggunakan Petikemas.

5.3.2 Ukuran Kapal

Dari model optimasi yang digunakan juga menghasilkan rekomendasi ukuran yang digunakan berdasarkan permintaan dan jarak berikut ini grafik hasil ukuran kapal terhadap kondisi permintaan per tahun dengan jarak tempuh tertentu. Dari hasil optimasi juga didapatkan persamaan garis linear antara ukuran dengan permintaan dan jarak tempuh. Berikut ini persamaan garis

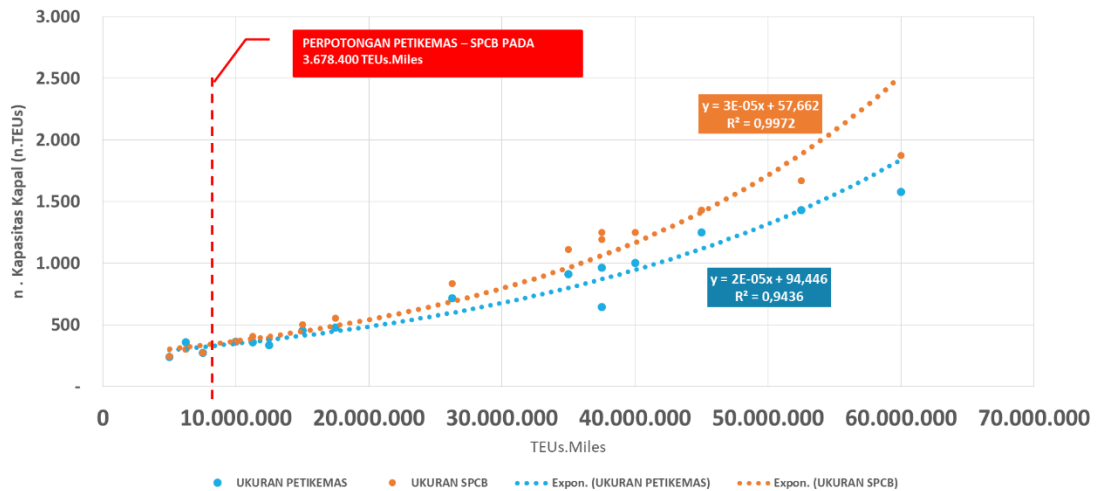
$$Petikemas \rightarrow y = 3E - 05x + 57,662 (R^2 = 0,943) \quad 5-6$$

$$SPCB \rightarrow y = 2E - 05x + 94,446 (R^2 = 0,997) \quad 5-7$$

Keterangan :

y = Ukuran Kapal (TEUs)

x = Permintaan per tahun. Jarak tempuh (TEUs.Miles)



Gambar 5-6 Grafik Ukuran Kapal

5.3.3 Keterkaitan Persamaan Biaya per Unit dan Ukuran Kapasitas Kapal

Keterkaitan antara persamaan biaya per unit dengan ukuran kapasitas kapal adalah semakin besar jumlah dari permintaan dan jarak maka jumlah armada dan kapasitas kapal yang dibutuhkan juga semakin besar. Namun, pada penelitian ditinjau dari 2 jenis angkutan yang berbeda yaitu SPCB dan kapal petikemas menunjukkan perbedaan ukuran kapasitas kapal berikut ini persamaan keterkaitan antara biaya per unit dengan ukuran kapasitas kapal

$$y_1 = 1E + 09x^{-0,759}$$

$$y_2 = 3E - 05x + 57,662$$

Jika,

$$x = \sqrt[0,759]{\frac{1.000.000.000}{y_1}}$$

$$x = \frac{y_2 - 57,662}{0,00003}$$

Maka,

$$\sqrt[0,759]{\frac{1.000.000.000}{y_1}} = \frac{y_2 - 57,662}{0,00003}$$

$$0,0003 \sqrt[0,759]{\frac{1.000.000.000}{y_1}} = y_2 - 57,662$$

$$y_2 = 0,0003 \sqrt[0,759]{\frac{1.000.000.000}{y_1}} + 57,662 \quad 5-8$$

$$\frac{1.000.000.000}{y_1} = \left(\frac{y_2 - 57,662}{0,00003}\right)^{0,759}$$

$$y_1 = \frac{1.000.000.000}{\left(\frac{y_2 - 57,662}{0,00003}\right)^{0,759}} \quad 5-9$$

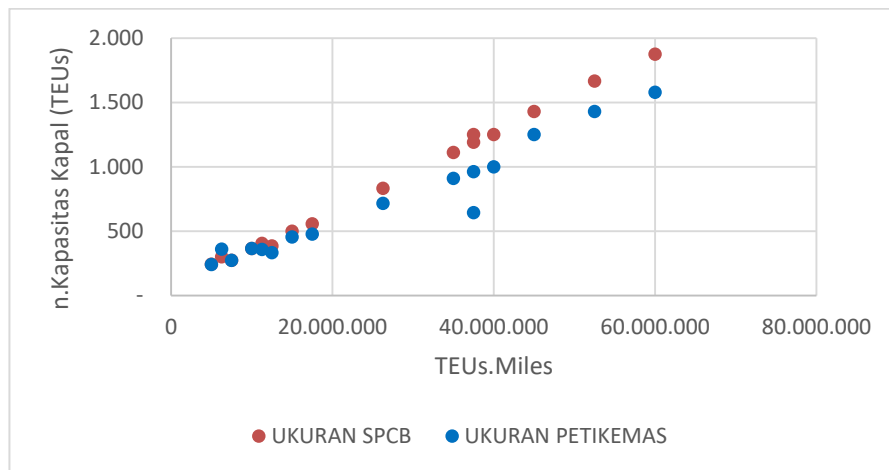
Keterangan :

x = Jumlah Permintaan dan Jarak (TEUs.Miles)

y₁ = Biaya per Unit (Rp/TEUs.Miles)

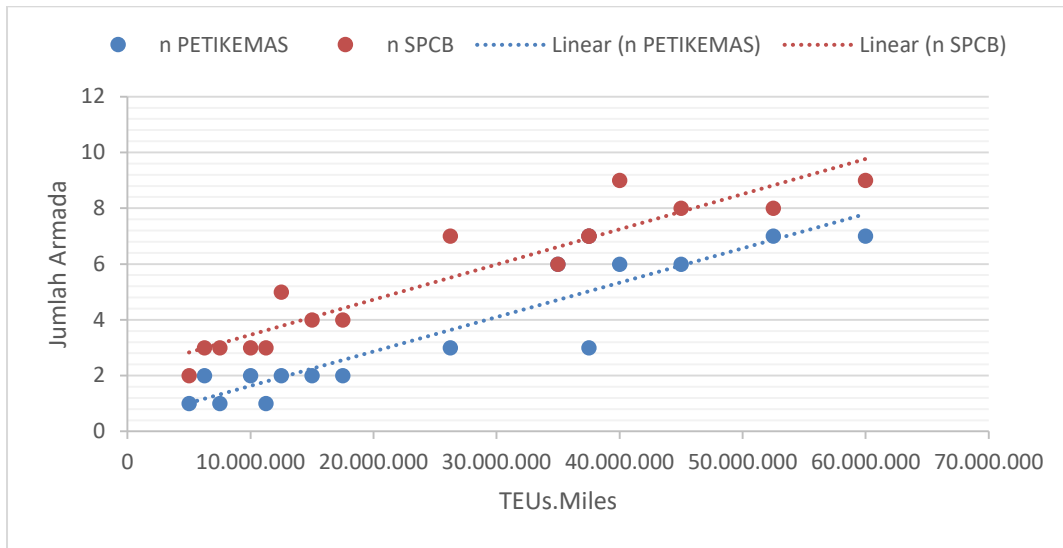
y₂ = n.Ukuran Kapasitas Kapal (TEUs)

dengan keterkaitan kedua persamaan berikut dihasilkan grafik sebagai berikut



Gambar 5-7 Grafik Kapasitas Kapal

Dengan kondisi jumlah kebutuhan kapal sebagai berikut :



Gambar 5-8 Grafik Kebutuhan Jumlah Armada

Dari kedua grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa kapal petikemas dengan kecepatan 10 knot memiliki kebutuhan armada lebih sedikit daripada SPCB dengan kecepatan 8 knot. Maka semakin jauh dan semakin besar permintaan kapal petikemas lebih dipilih selain lebih murah dari biaya satuan juga lebih sedikit dalam jumlah armada yang nantinya berimbas pada skala investasi yang pada penelitian ini tidak dalam bahasan.

5.4 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk memvalidasi model dengan kondisi saat ini. Maka dari itu penulis mencoba beberapa sensitivitas terhadap *Load Factor* dan Pola Operasi saat ini.

5.4.1 Analisis Sensitivitas *Load Factor* terhadap Tarif Pasar

Analisis sensitivitas ini di uji dengan 3 rute yang berbeda dengan kondisi permintaan dan jarak tempuh yang berbeda. Ketentuan rentang permintaan dan jarak berdasarkan kondisi saat ini Berikut ini kondisi yang di uji

Table 5-13 Rentang Permintaan dan Jarak

Ketentuan Jarak	Rentang Jarak (nm)	Ketentuan Permintaan	Rentang Permintaan (TEUs/Tahun)
Pendek	≤ 5.00	Sedikit	≤ 3.000
Menengah	$5.00 \leq x \leq 1.500$	Menengah	$3.000 \leq x \leq 10.000$
Panjang	≥ 1.500	Banyak	≥ 10.000

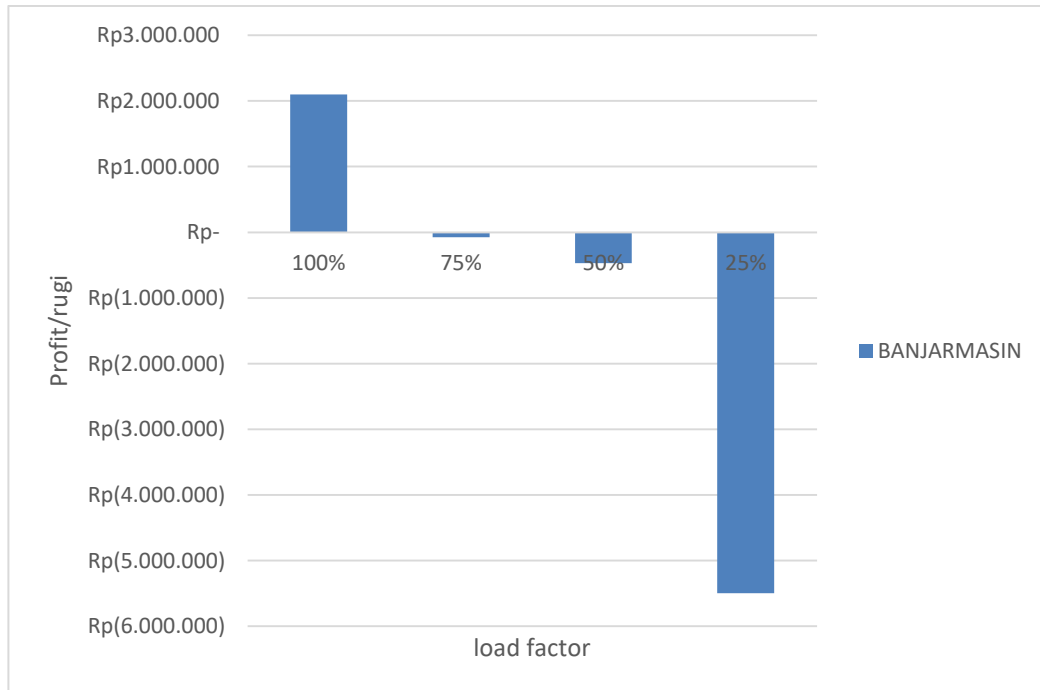
1. Banjarmasin (Jarak Tempuh Pendek,Permintaan Tinggi)

Dari hasil pengujian model dengan kondisi jarak 265 nm dan permintaan sebesar 26.812 per tahun dengan tarif Rp. 4.700.000,-

- Ukuran = 327 TEUs
 - Biaya per unit = Rp. 9.811 /TEUs.Miles
- Biaya per box = $C_U \cdot \text{Jarak tempuh}$
 $= \text{Rp.2.599.783,- (100\%)}$

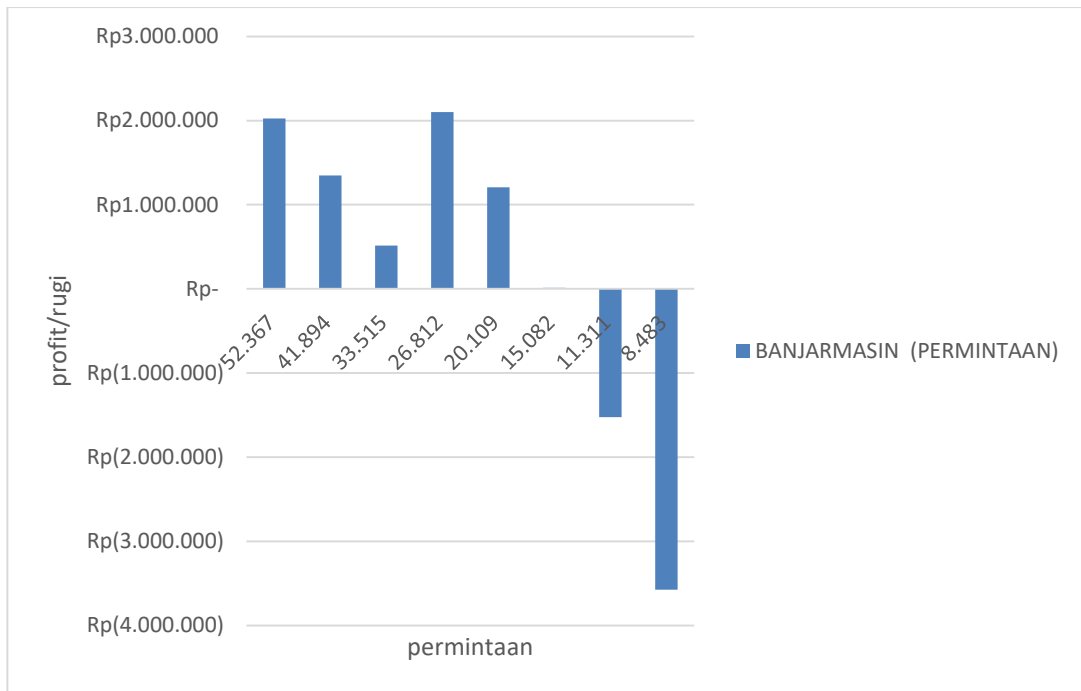
Table 5-14 Sensitivitas *load factor* Banjarmasin

load factor				profit/rugi per RT
100%	327	Rp	2.599.783	Rp 2.100.217
75%	245	Rp	4.775.527	-Rp 75.527
50%	163	Rp	5.169.078	-Rp 469.078
25%	82	Rp	10.197.822	-Rp 5.497.822



Gambar 5-9 Grafik Keuntungan/Kerugian Banjarmasin

Dari hasil analisis tersebut didapatkan minimal *load factor* untuk rute Banjarmasin sebesar 76% per *Shipment*. Selain *load factor* dianalisis juga dari segi permintaan berikut hasil sensitivitas



Gambar 5-10 Grafik Sensitivitas Permintaan Banjarmasin

Pada Gambar 5-10 menunjukkan bahwa model ini paling optimum pada permintaan 26.812 per tahun tetapi mampu profit hingga permintaan minimal sebesar 15.053 TEUs per tahun

2. Ambon (Jarak Tempuh *Middle*, Permintaan *Middle*)

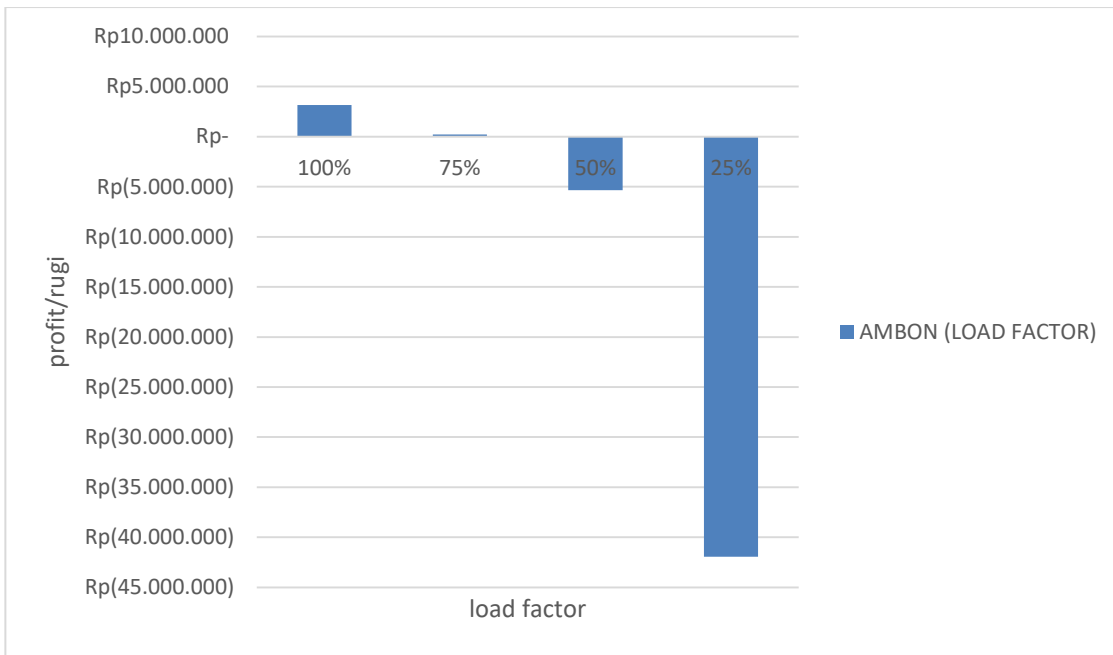
Dari hasil pengujian model dengan kondisi jarak 980 nm dan permintaan sebesar 14.970 per tahun dengan tarif Rp. 7.805.000,-

- Ukuran = 363 TEUs
- Biaya per unit = Rp. 4.760 /TEUs.Miles

$$\begin{aligned} \text{Biaya per box} &= C_U \cdot \text{Jarak tempuh} \\ &= \text{Rp.4.664.795,- (100\%)} \end{aligned}$$

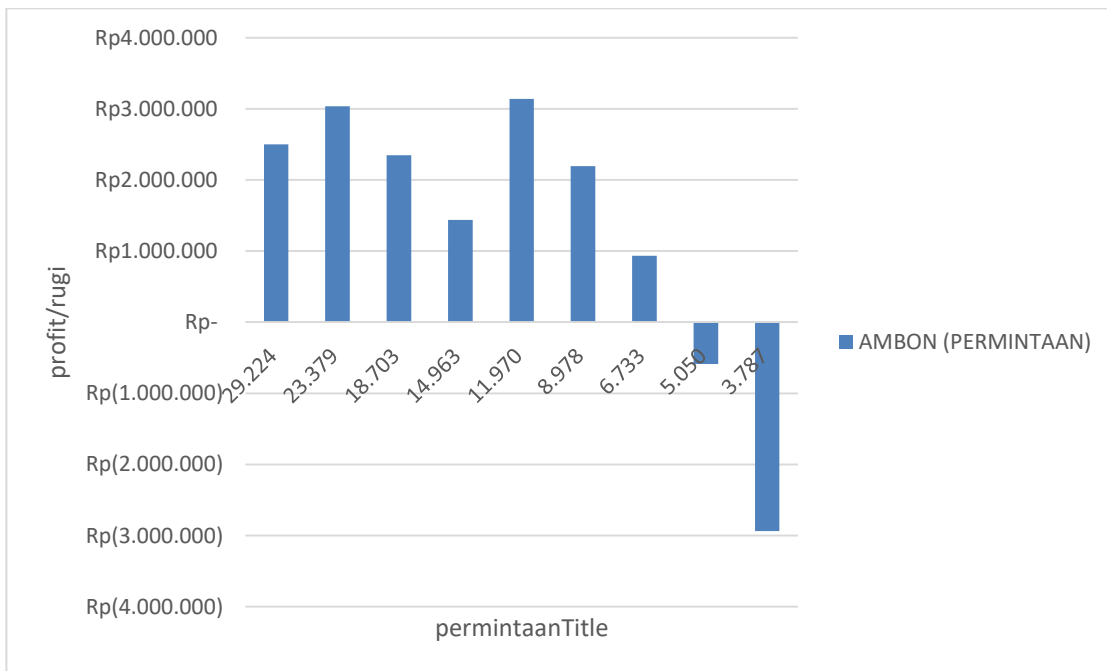
Table 5-15 Sensitivitas *load factor* Ambon

load factor				profit/rugi per RT
100%	363	Rp	4.664.795	Rp 3.140.205
75%	272	Rp	7.604.404	Rp 200.596
50%	181	Rp	13.160.201	-Rp 5.355.201
25%	91	Rp	49.750.977	-Rp 41.945.977



Gambar 5-11 Grafik *load factor* Ambon

Dari hasil analisis tersebut didapatkan minimal *load factor* untuk rute Ambon sebesar 54% per *Shipment*. Selain *load factor* dianalisis juga dari segi permintaan berikut hasil sensitivitas



Gambar 5-12 Grafik Sensitivitas Permintaan Ambon

Pada Gambar 5-12 menunjukkan bahwa model ini paling optimum pada permintaan 11.970 per tahun tetapi mampu profit hingga permintaan minimal sebesar 15.053 TEUs per tahun

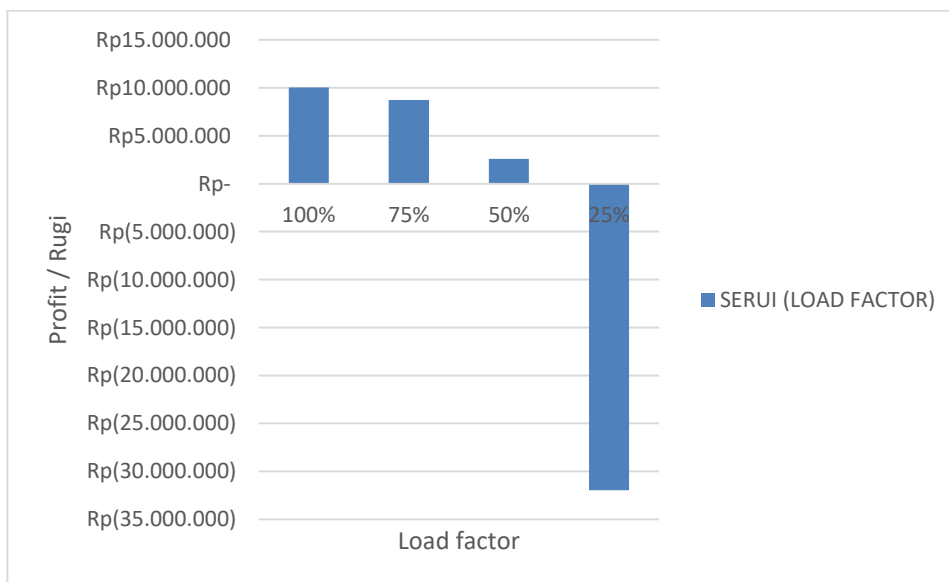
3. Serui (Jarak Tempuh Panjang,Permintaan Sedikit)

Dari hasil pengujian model dengan kondisi jarak 1523 nm dan permintaan sebesar 2.498 per tahun dengan tarif Rp. 14.900.000,-

- Ukuran = 227 TEUs
- Biaya per unit = Rp. 7.326 /TEUs.Miles
 Biaya per box = $C_U \cdot \text{Jarak tempuh}$
 = Rp.11.157.602,- (100%)

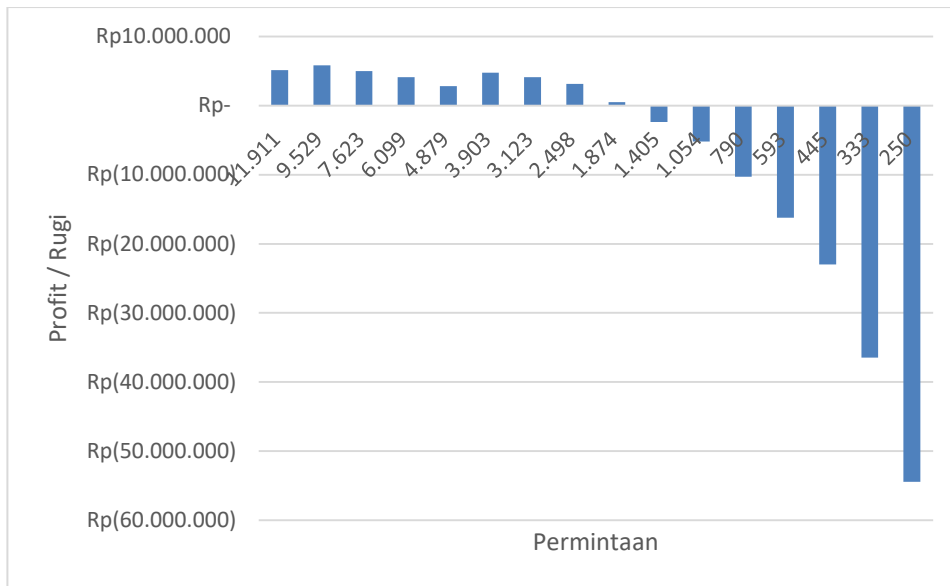
Table 5-16 Sensitivitas *load factor* Serui

load factor				profit/rugi per RT
100%	227	Rp	11.157.602	Rp 10.054.391
75%	170	Rp	12.191.843	Rp 8.740.308
50%	114	Rp	16.013.756	Rp 2.580.616
25%	57	Rp	31.572.967	-Rp 31.963.469



Gambar 5-13 Grafik Sensitivitas *Load Factor* Serui

Dari hasil analisis tersebut didapatkan minimal *load factor* untuk rute Serui sebesar 48% per *Shipment*. Selain *load factor* dianalisis juga dari segi permintaan berikut hasil sensitivitas



Gambar 5-14 Sensitivitas Permintaan Serui

Pada Gambar 5-14 menunjukkan bahwa model ini paling optimum pada permintaan 2.498 per tahun tetapi mampu profit hingga permintaan minimal sebesar 1.793 TEUs per tahun

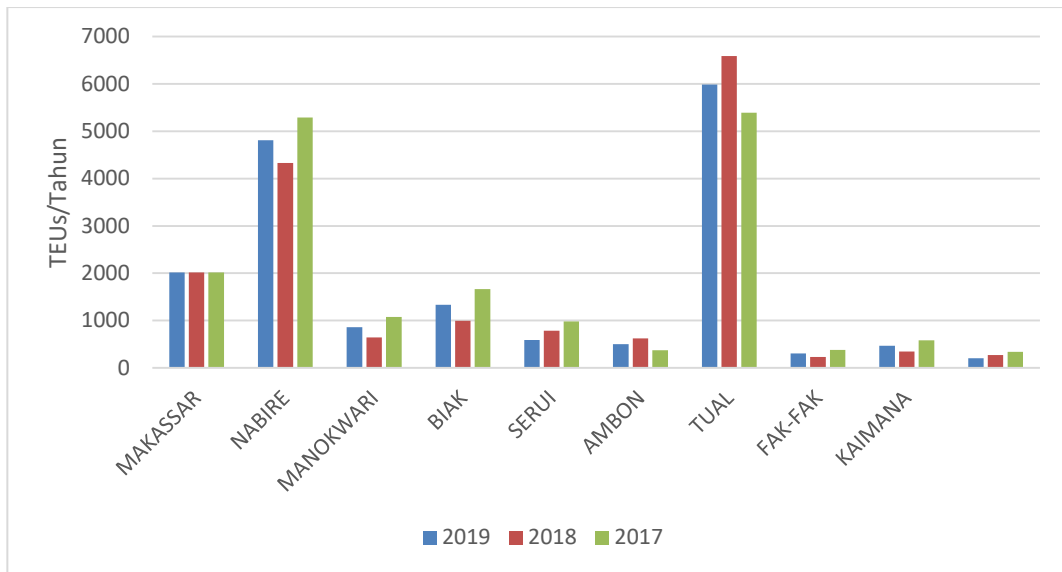
5.4.2 Analisis Sensitivitas Pola Operasi *Multiport*

Pada analisis sensitivitas pola operasi untuk menghitung proporsi permintaan masing-masing tujuan dengan cara menggunakan total dari permintaan semua tujuan lalu dilakukan proporsi sesuai kondisi permintaan per tahun. Berikut untuk perhitungan proporsi tiap tujuan

Table 5-17 Proporsi Tiap Tujuan

PROPOSI	KONDISI 1	PERMINTAAN (TEUs/TAHUN)	KONDISI 2	PROPORSI	
36%	MAKASSAR	9615 TEUs	9615 TEUs	MAKASSAR	36%
16%	NABIRE	4308 TEUs	11970 TEUs	AMBON	45%
25%	MANOKWARI	6654 TEUs	1536 TEUs	TUAL	6%
15%	BIAK	3934 TEUs	2330 TEUs	FAK-FAK	9%
9%	SERUI	2498 TEUs	1363 TEUs	KAIMANA	5%
100%	TOTAL	27009	26814	TOTAL	100%

Proporsi ini digunakan untuk mendapatkan proporsi masing-masing tujuan saat sekali angkut sesuai dengan ukuran yang dihasilkan oleh *solver*. Aspek yang ditinjau berikutnya adalah kondisi muatan balik dari tujuan ke Surabaya. Berikut ini data tiga tahun terakhir permintaan di PT. X



Gambar 5-15 Kondisi Muatan Balik

Dari perkembangan tiga terakhir permintaan PT X didapatkan rata-rata kondisi muatan balik dalam bentuk persentase dari total permintaan per tahun tujuan yaitu sebagai berikut

Table 5-18 Persentase Rata-Rata Muatan Balik

ASAL	2019	2018	2017	RATA-RATA
MAKASSAR	4807,5	4326,75	5288,25	50%
NABIRE	861,6	646,2	1077	20%
MANOKWARI	1330,8	998,1	1663,5	20%
BIAK	590,1	786,8	983,5	20%
SERUI	499,6	624,5	374,7	20%
AMBON	5985	6583,5	5386,5	50%
TUAL	307,2	230,4	384	20%
FAK-FAK	466	349,5	582,5	20%
KAIMANA	204,45	272,6	340,75	20%

Selain muatan balik, PT X juga ada muatan lanjutan yaitu muatan dari tujuan 1 ke tujuan 2 dan berlanjut. Penulis mengasumsikan 20% dari permintaan per tahun Surabaya ke tujuan berikut ini hasil dari perhitungan muatan lanjutan

Table 5-19 Muatan Lanjutan (Hijau) Kondisi 1 (Atas) Kondisi 2 (Bawah)

	SUB	MAKASSAR	NABIRE	MANOKWARI	BIAK	SERUI
SUB	-	9615 TEUs	4308 TEUs	6654 TEUs	3934 TEUs	2498 TEUs
MAKASSAR	4808 TEUs	-	862 TEUs	1331 TEUs	787 TEUs	500 TEUs
NABIRE	862 TEUs		-	172 TEUs	266 TEUs	157 TEUs
MANOKWARI	1331 TEUs			-	34 TEUs	53 TEUs
BIAK	787 TEUs				-	7 TEUs
SERUI	500 TEUs					-

	SUB	MAKASSAR	AMBON	TUAL	FAK-FAK	KAIMANA
SUB	-	9615 TEUs	11970 TEUs	1536 TEUs	2330 TEUs	1363 TEUs
MAKASSAR	4808 TEUs	-	2394 TEUs	307 TEUs	466 TEUs	273 TEUs
AMBON	5985 TEUs	-	-	479 TEUs	61 TEUs	93 TEUs
TUAL	307 TEUs	-	-	-	96 TEUs	12 TEUs
FAK-FAK	466 TEUs	-	-	-	-	19 TEUs
KAIMANA	273 TEUs	-	-	-	-	-

Pola *multiport* yang digunakan PT X adalah A-B-C-D-E-F-A maka dari itu terdapat perbedaan pada perhitungan *port time* berikut perumusan perhitungan *porttime*

$$Total\ Port\ Time\ (t) = \frac{n_i}{p_i}$$

dimana :

$$n_i = u \cdot payload$$

n = jumlah muatan terangkut (TEUs/trip)

t = Waktu *Port time* (tahun)

p = Produktifitas B/M (TEUs/Jam)

i = tujuan /kota

Pola *MultiPort* juga memiliki perbedaan pada biaya bongkar muat perumusan sebagai berikut :

$$CHC = n_i \cdot c_{b/m} \cdot f$$

Keterangan :

CHC = biaya total Bongkar muat (Rp/tahun)

$c_{b/m}$ = biaya bongkar muat (Rp/TEUs)

f = frekuensi per tahun

Beberapa perbedaan bagian perumusan *objective function* model optimasi berikut ini model optimasi *Multiport*

$$Min\ Z = \frac{\sum_{j=1}^2 TC_j}{D_j \cdot R_j}$$

$$Total\ biaya = CC + OC + CHC + (np \cdot port\ charges) + BBM$$

Keterangan :

np = jumlah titik yang disinggahi

j = kondisi

D = permintaan (TEUs/Tahun)

R = jarak tempuh (nm)

1. Pola Operasi Kondisi 1

Surabaya – Makassar – Ambon – Tual – Fak-Fak - Kaimana

Dari hasil pengujian model dengan kondisi jarak 1697 nm dan permintaan total 36.377 per tahun dengan potensi muatan lanjutan sebesar 20% dari muatan Surabaya ke tujuan dengan kondisi saat ini *Load Factor* masing-masing tujuan sebagai berikut

Table 5-20 Proporsi Sekali Angkut Kondisi 1

PROPORSI SEKALI ANGKUT / KAPAL						
	SUB	MAKASSAR	AMBON	TUAL	FAK-FAK	KAIMANA
SUB	0,0%	35,9%	44,6%	5,7%	8,7%	5,1%
MAKASSAR	17,9%	0,0%	8,9%	1,1%	1,7%	1,0%
AMBON	22,3%	0,0%	0,0%	1,8%	0,2%	0,3%
TUAL	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%
FAK-FAK	1,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
KAIMANA	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Table 5-21 *load factor* tiap Tujuan

LOAD FACTOR BERANGKAT				
50,00%	32%	20%	10%	10,00%
MAKASSAR	AMBON	TUAL	FAK-FAK	KAIMANA

Load factor kapal Berangkat : 35%

Load factor kapal Pulang : 44 %

Load factor kapal saat pulang berdasarkan proporsi dari potensi muatan balik rata-rata

- Ukuran = 1031 TEUs
- Min Load factor = 32% dari proporsi per *Shipment*
- Biaya per unit = Rp. 2.474 /TEUs.Miles
- Biaya per box (Ambon) = $C_U \cdot \text{Jarak tempuh}$
- = Rp.2.390.000,- (100%)

2. Pola Operasi Kondisi 2

Surabaya – Makassar – Nabire – Manokwari – Biak - Serui

Dari hasil pengujian model dengan kondisi jarak 1835 nm dan permintaan total 35.230 per tahun dengan potensi muatan lanjutan sebesar 20% dari muatan Surabaya ke tujuan dengan proporsi *Load Factor* masing-masing tujuan sebagai berikut

Table 5-22 Proporsi Sekali Angkut Kondisi 2

PROPORSI SEKALI ANGKUT / KAPAL						
ASAL/TUJUAN	SUB	MAKASSAR	NABIRE	MANOKWARI	BIAK	SERUI
SUB	0,0%	35,6%	16,0%	24,6%	14,6%	9,2%
MAKASSAR	0,0%	0,0%	3,6%	1,6%	2,5%	1,5%
NABIRE	0,8%	0,0%	0,0%	0,4%	0,2%	0,2%
MANOKWARI	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BIAK	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
SERUI	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Table 5-23 *Load Factor* tiap Tujuan Pola Serui

LOAD FACTOR BERANGKAT				
65,00%	30%	30%	30%	34,35%
MAKASSAR	NABIRE	MANOKWARI	BIAK	SERUI

Load factor kapal Berangkat : 43%

Load factor kapal Pulang : 31 %

Load factor kapal saat pulang berdasarkan proporsi dari potensi muatan balik rata-rata

- Ukuran = 1350 TEUs
 - Min *Load Factor* = 34,35% dari proporsi per *shipment*
 - Biaya per unit = Rp. 2.684 /TEUs.Miles
- Biaya per box (Serui) = $C_U \cdot \text{Jarak tempuh}$
 = Rp.4.088.000,- (100%)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Biaya satuan jasa angkutan laut saat ini tidak dipengaruhi oleh kondisi permintaan dan jarak, dibuktikan dengan persamaan biaya satuan saat ini berikut

$$\text{Biaya Satuan saat ini} \rightarrow y = 2E + 06x^{-0,342} (R^2 = 0,238)$$

Nilai $R^2 = 0,238$ menunjukkan hubungan antara permintaan dan jarak terhadap tarif tidak signifikan. Dengan demikian perlu dilakukan perhitungan ulang biaya satuan untuk masing – masing tujuan.

2. Perubahan permintaan dan jarak rute pelayaran mempengaruhi biaya satuan dan ukuran kapal sebagai berikut:

- a. Persamaan yang dihasilkan untuk kondisi jumlah permintaan dan jarak tertentu terhadap biaya satuan adalah sebagai berikut

$$\text{Petikemas} \rightarrow y = 1E + 09x^{-0,759} (R^2 = 0,8634)$$

$$\text{SPCB} \rightarrow y = 6E + 07x^{-0,59} (R^2 = 0,8234)$$

Permintaan dan jarak kedua angkutan berpotongan pada nilai 20.000.000 TEUs.Miles dengan Y adalah biaya per unit, sehingga diketahui bahwa angkutan SPCB tepat digunakan apabila kondisi total permintaan dan jarak kurang dari 20.000.000 TEUs Miles, apabila total permintaan dan jarak lebih dari 20.000.000 TEUs Miles maka angkutan yang tepat digunakan adalah petikemas.

- b. Persamaan yang dihasilkan untuk kondisi jumlah permintaan dan jarak tertentu terhadap ukuran kapal adalah sebagai berikut

$$\text{Petikemas} \rightarrow y = 3E - 05x + 57,662 (R^2 = 0,943)$$

$$\text{SPCB} \rightarrow y = 2E - 05x + 94,446 (R^2 = 0,997)$$

Persamaan tersebut dapat digunakan untuk menentukan ukuran kapal SPCB dan petikemas dengan Y yaitu kapasitas kapal yang sesuai dengan nilai x yaitu jumlah permintaan dan jarak tertentu.

3. Hasil analisis sensitivitas jumlah permintaan dan jarak tertentu dan pola operasi saat ini terhadap biaya satuan adalah sebagai berikut.
 - a. Hasil analisis sensitivitas dengan kondisi jumlah permintaan dan jarak tertentu adalah sebagai berikut
 - i. Permintaan tinggi dan jarak pendek

Analisis permintaan dengan jumlah tinggi dan jarak pendek dilakukan di rute Banjarmasin. Permintaan rute Banjarmasin adalah sebesar 26.812 TEUs per tahun dengan jarak 265 nm dan tarif Rp4.700.000/TEUs. Ukuran optimum dengan *payload* kapal petikemas untuk permintaan rute Banjarmasin adalah sebesar 327 TEUs, dengan minimum *load factor* 76%. Minimum permintaan per tahun adalah sebesar 15.053 TEUs dengan biaya satuan sebesar Rp2.599.783.
 - ii. Permintaan menengah dan jarak menengah

Analisis permintaan dengan jumlah menengah dan jarak tempuh menengah dilakukan di rute Ambon. Permintaan rute Ambon adalah sebesar 14.970 TEUs per tahun dengan jarak 980 nm dan tarif Rp7.805.000/TEUs. Ukuran optimum dengan *payload* kapal petikemas untuk permintaan rute Ambon adalah sebesar 363 TEUs, dengan minimum *load factor* 54%. Minimum permintaan per tahun adalah sebesar 5.700 TEUs dengan biaya satuan sebesar Rp4.664.795.
 - iii. Permintaan rendah dan jarak panjang

Analisis permintaan dengan jumlah sedikit dan jarak tempuh panjang dilakukan di rute Serui. Permintaan rute Serui adalah sebesar 2.498 TEUs per tahun dengan jarak 1523 nm dan tarif Rp14.900.000/TEUs. Ukuran optimum dengan *payload* kapal petikemas untuk permintaan rute Serui adalah sebesar 227 TEUs, dengan minimum *load factor* 48%. Minimum permintaan per tahun adalah sebesar 1.793 TEUs dengan biaya satuan sebesar Rp11.157.602.

- b. Hasil analisis sensitivitas dengan kondisi pola operasi tertentu adalah sebagai berikut
- i. Pola Operasi Tujuan Ambon
Pola operasi dengan tujuan Ambon adalah Surabaya – Makassar – Ambon – Tual – Fak-Fak. *Load factor* saat kapal berangkat dengan pola operasi Ambon adalah 100% untuk Makassar, 100% untuk Ambon, 30% untuk Tual, 30% untuk Fak – Fak, 25% untuk Kaimana. Ukuran kapal optimum adalah sebesar 1.031 TEUs dengan Rp2.895.000.
 - ii. Pola Operasi Tujuan Serui
Pola operasi dengan tujuan Serui adalah Surabaya – Makassar – Nabire – Manokwari – Biak - Serui. *Load factor* saat kapal berangkat dengan pola operasi tujuan Serui adalah 85.62% untuk Makassar, 30% untuk Nabire, 30% untuk Manokwari, 20% untuk Biak, 20% untuk Serui. Ukuran kapal optimum adalah sebesar 1.350 TEUs dengan Rp4.970.040.

6.2 Saran

1. Dalam melakukan perhitungan biaya per unit melakukan dengan cara pendekatan lain atau metode lain
2. Penelitian ini dapat dilakukan dengan dengan metode lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Christos, P. (2013). Parametric Design And Multiobjective Optimization of Swath. *Ship Design Laboratory*.
- Lewis, E. V. (1988). *Principle of Naval Architecture Vol. II*. jersey: the society of naval architects and marine engineers.
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design*. Amsterdam: Elsevier.
- Wang Xiao, P. (2014). Container Vessel Fleet Expansion Decision-Making Under Certain Conditions
- Sheng,dian (2000) . Optimal vessel speed and fleet size for industrial shipping services under the emission control area regulation
- Kusuma, Marita (2019) Analisis Dampak Pembukaan Alur Timur Surabaya terhadap Pelabuhan Sisi Timur
- Alphaliner (2018) Monthly control
- INSA, (2019) Jurnal Tahunan
- Wijnolist, N., & Wergeland, T. (2008). *Shipping Innovation*. Belanda: Delft University Press.
- Lu Zhen (2014) *Fleet deployment and demand fulfillment for container shipping liners*
- H. Schneekluth and V. Bertram (1987) *Ship Design for Efficiency and Economy*

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis adalah Mohammad Abdan Hanif Nashrullah. Dilahirkan di Surabaya, Jawa Timur pada 24 September 1997. Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari TK Khadijah Surabaya (2001-2003), SD Khadijah 3 Surabaya (2003-2009), SMP Negeri 20 Surabaya (2009-2011), SMA Negeri 2 Surabaya (2011-2015) dan pada tahun 2015, penulis diterima melalui jalur tulis SBMPTN di Jurusan Transportasi Laut (yang saat ini menjadi Departemen Teknik Transportasi Laut), Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan terdaftar dengan NRP. 4413 100 043. Penulis pernah aktif pada organisasi dan kegiatan yang ada di kampus, antara lain tercatat sebagai Kepala Departemen Hubungan Luar Himpunan Mahasiswa Jurusan Transportasi Laut periode 2017-2018 dan pernah mengikuti berbagai pelatihan dan seminar nasional maupun internasional

Email: abdanhanif24@gmail.com

.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Ukuran Kapal

Lampiran 2. Perhitungan Biaya Transportasi Laut

Lampiran 3. Rekapitan Hasil Solver

Lampiran 4. Perhitungan *Multiport*

Lampiran 5 Data Kapal Perusahaan Pelayaran di Indonesia

Lampiran 1. Perhitungan Ukuran Kapal

1. Hambatan Kapal

INPUT DATA			
Lpp =	248,76	m	Cb = 0,732
B =	28,65	m	Cm = 0,989
H =	8,50	m	Cwp = 0,839
T =	5,18	m	Cp = 0,740
Fn =	0,104		

Choice No.	C _{stern}	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

No.	Lwl	Fn	Viscous resistance							
			C _{FO}		1 + k1					
			Rn	C _{FO}	Choice no.	c	L _r /L	L/LR	L ³ /V	1+ k1
1	258,711	0,104	2,18E-09	0,00066	3	1	1,16	0,86	616,35	5,015

No.	Resistance of Appendages							1 + k
	Wetted surface area					1 + k2		
	A _{BT}	S	S _{app}	S _{tot}	S _{rudder}	S _{bilge keel}	1 + k2	
1	0,000000	7233,55	198,86	7432,41	45,08	153,78	1,4	4,92

No.	B/Lwl	Wave Making Resistance								
		C ₁						d	m ₁	
		C ₁	Ta	Tf	i _e	C ₁	∇ ^{1/3} /L =		C ₅	m ₁
1	0,111	0,11	5,18	5,18	39,67	0,38	-0,9	0,118	1,215	-1,251

No	C ₃	Rw / W	C _A	W	R _{Total}	R _{Total}	Rtotal+15%(margin)
				[N]	[N]	[kN]	
1	1	0,00003	0,0003	282494,8	356469,49	356,47	409,940

2. Propulsi Kapal

1. P_E (Effective Power depends on Total Resistance)

$$P_E = R_T V / 1000 \text{ (kW)}$$

$$\begin{aligned} R_T &= 409939,915 \text{ [N]} \\ V &= 5,1 \text{ [m/s]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_E &= 2108,913118 \text{ [kW]} \\ \text{EHP} &= 2825,943579 \text{ HP} \end{aligned}$$

2. P_T (Thrust Power Depends on Open Water Test Efficiency)

(parametric design chapter 11, p11-27)

$$P_T = PE (1-w)/(1-t)$$

$$\begin{aligned} C_v &= 0,0035 \\ w &= 0,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_T &= PE (1-w)/(1-t) \\ P_T &= 2002,323732 \text{ [kW]} \\ \text{THP} &= 2683,113802 \text{ HP} \end{aligned}$$

3. P_D (Input Power Delivered to Propeller)

$$P_D = P_T / \eta_P = P_T / (\eta_o \eta_r) = P_E / (\eta_h \eta_o \eta_r)$$

$$\begin{aligned} \mu_r &= 0,970 & 0.97 \leq \eta_r \leq 1.07 \\ \text{(Rotative efficiency)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_o &= 0,669 & 0.50 \leq \eta_o \leq 0.669 \\ \text{(Open water efficiency)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_D &= 3085,577 \text{ [kW]} \\ \text{DHP} &= 4134,674 \text{ HP} \end{aligned}$$

4. P_s (Shaft Power)

$$P_s = P_D / (\eta_s \eta_b)$$

$\mu_s \mu_b$ = Stern tube and bearing efficiency
0,98 for machinery aft
0,97 for machinery amidship

Untuk mesin diesel, $P_s = P_D$

$$P_s = 3148,548 \text{ [kW]}$$
$$\text{SHP} = 4219,055 \text{ HP}$$

(Modul kuliah Pengantar Tekn

5. P_B (Brake Power)

$$P_B = P_s / \eta_t$$

$$\mu_t = 0,975$$

$$P_B = 3229,28 \text{ [kW]}$$
$$\text{BHP} = 4327,236 \text{ HP}$$

(Normal Continuous Rating)

$$\text{MCR} = \text{NCR} + 15\% \text{ NCR}$$
$$= 3713,672 \text{ [kW]}$$
$$= 4759,959 \text{ HP}$$

$$1 \text{ kW} = 0.735$$
$$5052,616 \text{ HP}$$

(Maximum Continuous Rating)

MCR Mesin ME :

BHP = 3713,67 Kw 5570,51
= 4759,96 HP

Mesin :

No. Urut ↑ 36
Merk = MAN B&W
Type = 6L35MC

Daya Mesin Yang Digunakan :

Daya = 3900 Kw
= 5302 HP

Konsumsi Bahan Bakar :

SFOC = 177,000000 g/kW/hr
= 0,000177 ton/kw/hr

Konsumsi Pelumas (Oli) :

Cylinder C= 0,9 g/kW/hr
= 0,0000009 ton/kw/hr

Berat Me:= 67 ton

MCR Mesin AE :

BHP = 928,42 Kw 1392,63
= 1262,28 HP

Mesin :

No. Urut ↑ 1
Merk = MAN B&W
Type = 6L23/30A-E

Daya Mesin Yang Digunakan :

Daya = 400 Kw
= 543,84 HP

Konsumsi Bahan Bakar :

SFOC = 187 g/kW/hr
= 0,000187 ton/kw/hr

Konsumsi Pelumas (Oli) :

Cylinder C= 1 g/kW/hr
= 0,000001 ton/kw/hr

Berat Me:= 11,5 ton

3. Berat Kapal (LWT)

i. Berat Baja

Berat Baja (W_{ST})				
DA	=	Tinggi Kapal Setelah Dikoreksi dengan Superstructure dan Deck House		
	=	$H + (VA + VDH) / (LPP \cdot B)$		
	=	10,13 m		
C_{SO}	=	0,07 t/m ³		
D	=	Berat Kapal		
	=	28796,62 ton		
U	=	$\log_{10}(\Delta/100)$		
	=	2,4593		
C_S	=	$CSO + 0.06 \cdot e^{-(0.5 \cdot U + 0.1 \cdot U^{2.45})}$		
	=	0,1134		
Total Berat Baja				
W_{ST}	=	$L_{pp} \cdot B \cdot DA \cdot C_S$		
	=	8187,42 ton		

ii. Berat Peralatan & Perlengkapan

W_{Total} = $W_{PO} + W_{DH2} + W_{DH3} + W_{DH4} + W_{AN}$
 = **631,11 ton**

Grup IV

C = 0,26 ton/m²
 ; 0.18 ton/m² < C < 0.26 ton/m² untuk ukuran

sedang, Ship Design Efficiency and Economy hal 172

W_{IV} = $\sqrt[3]{((LPP \cdot B \cdot H)^{2/3})} \cdot C$; untuk ukuran sedang
 = **401,06 ton**

Berat Total Peralatan dan Perlengkapan

$W_{E\&O}$ = $W_{Total} + W_{IV}$
 = **1032,16 ton**

iii. Berat Permesinan

1. Propulsion Unit

1.1 Engine

$$W_E = 67,0 \text{ ton}$$

1.2 Gear Box

$$W_{\text{Gear}} = (0.3 - 0.4) \cdot \frac{P_B}{n}$$

$$P_B = 8,61 \text{ ton}$$

1.3 Shafting

d = diameter poros propeller

$$= 11.5(P_D/n)^{1/3}$$

$$d = 78,85 \text{ cm}$$

$$d = 0,79 \text{ m}$$

$$\text{Panjang poros (l)} = 6 \text{ m}$$

5 m untuk area gearbox, poros, gangway dsb
+ 1 m untuk area gangway

$$M_s/l = 0.081 \left(\frac{P_B}{n} \right)^{2/3}$$

$$= 0,012 \text{ ton/m}$$

$$M_s = M_s/l \cdot l$$

$$= 0,072 \text{ ton}$$

1.4 Propeller

$$d_s = 11.5 \left(\frac{P_D}{n} \right)^{1/3}$$

$$= 78,854 \text{ cm}$$

$$= 0,789 \text{ m}$$

$$D = 0,65.T ; \text{ Diameter propeller,}$$

$$D = 3,366 \text{ m}$$

$$AE/AO = 0,4$$

$$Z = 4$$

$$K \approx \left[\left(\frac{d_s}{D} \right) \cdot \left(1.85 \frac{A_E}{A_o} \right) - (Z - 2) \right] / 100$$

$$= 0,153$$

K = Koefisien Fixed Propeler

$$W_{\text{Prop}} = D^3 \cdot K$$

$$= 5,848 \text{ ton}$$

Total

$$W_{T, \text{Prop}} = W_{\text{Gear}} + M_s + W_{\text{Prop}}$$

$$= 6,07 \text{ ton}$$

2. Electrical Unit

Dalam perhitungan berat, electrical unit terdiri dari generator dan drive engine.

Berat Diesel Units :

$$W_{\text{agg}} = 0.001 \cdot P \cdot (15 + 0.014 \cdot P) \quad [\text{ton}]$$

$$P = \text{Brake Horse Power}$$

$$W_{\text{agg}} = 11,50 \quad [\text{ton}]$$

3. Other Weight

$$W_{\text{ow}} = (0,04 - 0,07)P$$

$$= 148,55 \text{ ton}$$

Total Machinery Weight

$$W_{\text{MACHINERY}} = W_{\text{PROPULSION}} + W_{\text{ELECTRICAL}} + W_{\text{OTHER}} + W_E$$

$$= 233,120 \text{ ton}$$

Pilihan Mesin

112	SULZER	9R1TA84T	37800	162	1,2	0	0	0	0	Rp	-	1260
111	SULZER	8R1TA84T	33600	162	1,2	0	0	0	0	Rp	-	1140
110	SULZER	8R1TA84C	32400	171	1,2	0	0	0	0	Rp	-	1110
109	SULZER	7R1TA84T	29400	162	1,2	0	0	0	0	Rp	-	990
108	SULZER	7R1TA84C	28350	171	1,2	0	0	0	0	Rp	-	960
107	SULZER	6R1TA84T	25200	162	1,2	0	0	0	0	Rp	-	841
106	SULZER	6R1TA84C	24300	171	1,2	0	0	0	0	Rp	-	850
105	SULZER	5R1TA84T	21000	160	1,2	0	0	0	0	Rp	-	740
104	SULZER	7R2TA84T	20580	162	1,2	0	0	0	0	Rp	-	850
103	SULZER	7R2TA84C	19880	163	1,2	0	0	0	0	Rp	-	740
102	SULZER	8RTA58T	17440	166	1,2	0	0	0	0	Rp	-	418
101	SULZER	7RTF60C	16520	170	1,3	0	0	0	0	Rp	-	377
100	SULZER	7RTA58T	15260	170	1,3	0	0	0	0	Rp	-	377
99	SULZER	6RTF60C	14160	164	1,2	0	0	0	0	Rp	-	322
98	SULZER	6RTA58T	13080	170	1,3	0	0	0	0	Rp	-	322
97	MAN B&W	12S42MC	12960	177	1,2	0	0	0	0	Rp	-	269
96	MAN B&W	12L42MC	11940	177	1,2	0	0	0	0	Rp	-	244

95	MAN B&W	11S42MC	11880	177	1,2	0	0	0	0	Rp	-	249
94	MAN B&W	11L42MC	10945	177	1,2	0	0	0	0	Rp	-	229
93	MAN B&W	9L48/60B	10800	178	0,8	0	0	0	0	Rp	-	148
92	MAN B&W	10S42MC	10800	177	1,2	0	0	0	0	Rp	-	232
91	MAN B&W	14V40/50	10500	178	0,7	0	0	0	0	Rp	-	104
90	MAN B&W	20V32/40	10000	181	0,8	0	0	0	0	Rp	-	92
89	MAN B&W	10L42MC	9950	177	1,2	0	0	0	0	Rp	-	210
88	MAN B&W	7L58/64	9730	177	0,8	0	0	0	0	Rp	-	172
87	MAN B&W	9S42MC	9720	177	1,5	0	0	0	0	Rp	-	195
86	MAN B&W	8L48/60B	9600	178	0,8	0	0	0	0	Rp	-	135
85	MAN B&W	6S50MC-C	9480	171	1,5	0	0	0	0	Rp	-	207
84	MAN B&W	6S50ME-C	9480	171	1,1	0	0	0	0	Rp	-	195
83	MAN B&W	7S45MC-C	9170	174	1,5	0	0	0	0	Rp	-	197
82	MAN B&W	18V32/40	9000	181	0,8	0	0	0	0	Rp	-	85
81	MAN B&W	12V40/50	9000	178	0,7	0	0	0	0	Rp	-	94
80	MAN B&W	9L42MC	8955	177	1,2	0	0	0	0	Rp	-	176

79	MAN B&W	12S35MC	8880	178	1,5	0	0	0	0	Rp	-	144
78	MAN B&W	8S42MC	8640	177	1,5	0	0	0	0	Rp	-	176
77	MAN B&W	7L28/60B	8400	178	0,8	0	0	0	0	Rp	-	119
76	MAN B&W	6L58/64	8340	177	0,8	0	0	0	0	Rp	-	151
75	MAN B&W	11S35MC	8140	178	1,5	0	0	0	0	Rp	-	133
74	MAN B&W	16V32/40	8000	181	0,8	0	0	0	0	Rp	-	78
73	MAN B&W	8L42MC	7960	177	1,1	0	0	0	0	Rp	-	158
72	MAN B&W	5S50ME-C	7900	171	1,1	0	0	0	0	Rp	-	170
71	MAN B&W	5S50MC-C	7900	171	1,5	0	0	0	0	Rp	-	273
70	MAN B&W	6S46MC-C	7860	174	1,5	0	0	0	0	Rp	-	171
69	MAN B&W	12L35MC	7800	177	1,1	0	0	0	0	Rp	-	128
68	MAN B&W	7S42MC	7560	171	1,4	0	0	0	0	Rp	-	160
67	MAN B&W	10S35MC	7400	178	1,4	0	0	0	0	Rp	-	119
66	MAN B&W	6L48/60B	7200	177	0,8	0	0	0	0	Rp	-	106
65	MAN B&W	11L35MC	7150	177	1,1	0	0	0	0	Rp	-	120
64	MAN B&W	14V32/40	7000	181	0,8	0	0	0	0	Rp	-	70

Lampiran 2. Perhitungan Biaya Transportasi Laut

1. Perhitungan Biaya Kapital

Perhitungan Harga Kapal		
<u>Input Data:</u>		
W_{ST}	=	1549,165 Ton
$W_{E\&O}$	=	269,396 Ton
W_{ME}	=	162 Ton
Harga Baja	=	Rp 7.500.000,00 /ton
		; mild steel grade a marine use
Perhitungan Biaya		
1. Structural Cost		
P_{ST}	=	$W_{ST} \cdot \text{Harga Baja}$
	=	Rp 11.618.734.724,34
2. Outfit Cost		
$P_{E\&O}$	=	$W_{E\&O} \cdot C_{E\&O}$
	=	Rp 2.020.471.531,56
3. Machinery Cost		
P_{ME}	=	$W_{ME} \cdot C_{ME}$
	=	Rp 1.211.721.737,95
4. Non-weight Cost		
C_{NW}	=	10%
P_{NW}	=	$C_{NW} \cdot (P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME})$
	=	Rp 1.485.092.799,38
Biaya	=	$P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME} + P_{NW}$
	=	Rp 16.336.020.793,23

Perhitungan Harga			
1. Keuntungan	=	5% · Biaya	
	=	Rp 816.801.039,66	
2. Inflasi	=	2% · Biaya	
	=	Rp 326.720.415,86	
3. Pajak	=	-9% · Biaya	
	=	-Rp 1.470.241.871,39	
Harga	=	Biaya + Keuntungan + Inflasi + Pajak	
	=	Rp 16.009.300.377,36	
Jumlah Kapal	=	1	unit
	=	Rp 919.380.037,50	pertahun
Kurs	=	Rp 14.300,00	US/\$
Tenor	=	20	tahun
Interest	=	10%	/tahun
Pinjam	=	100%	/tahun
Depresi Harga Kapal	=	Rp 640.372.015	/tahun
Bunga Pinjaman	=	Rp 80.046.502	/tahun
Asuransi	=	Rp 880.511.521	/tahun
Total	=	Rp 1.600.930.038	/tahun
		Rp 66.705.418	/trip

2. Perhitungan Biaya Operational

OPERATING COST			
Perhitungan Gaji			
Jumlah Crew	=		19 orang
Gaji/Crew/Bulan	=	Rp	6.000.000
Total Gaji	=	Rp	1.482.000.000 /tahun
Perhitungan Repair & Maintenance			
Asumsi =		3% dari harga kapal	
	=	Rp	480.279.011,32 /tahun
Perhitungan Asuransi			
Asumsi =		1,5% dari harga kapal	
		Rp	240.139.505,66 /tahun
Perhitungan Supplies Crew			
	=	Rp	60.000,00 /orang/hari
	=	Rp	376.200.000,00 /tahun
Perhitungan Dokumen & Administrasi			
	=	Rp	5.000.000,00 /trip
	=	Rp	51.572.370,34
Total OC	=	Rp	2.630.190.887 /tahun

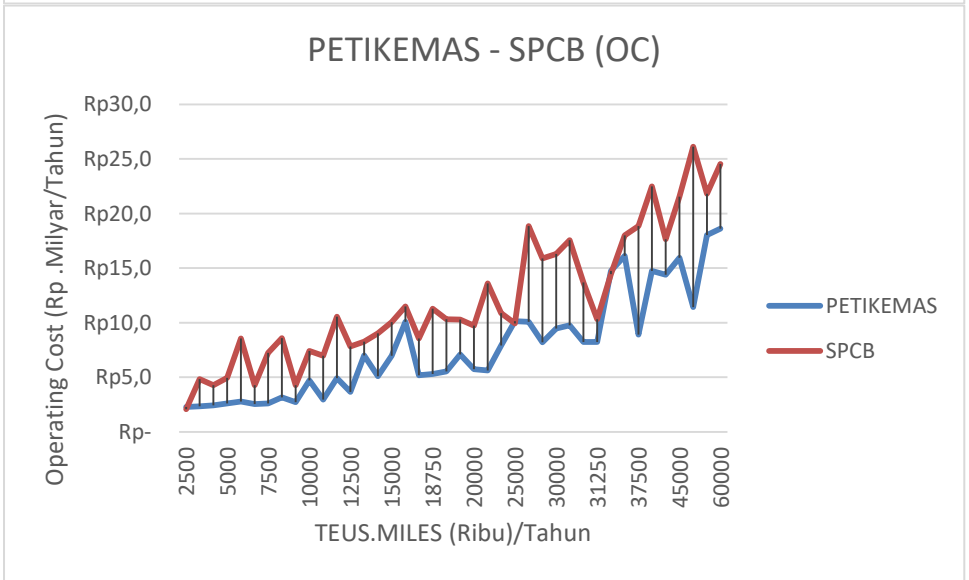
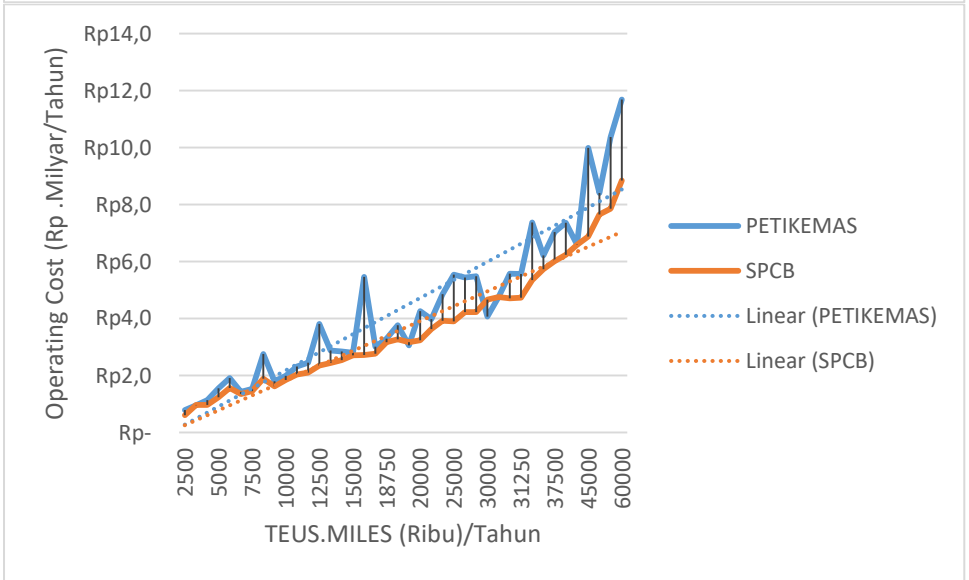
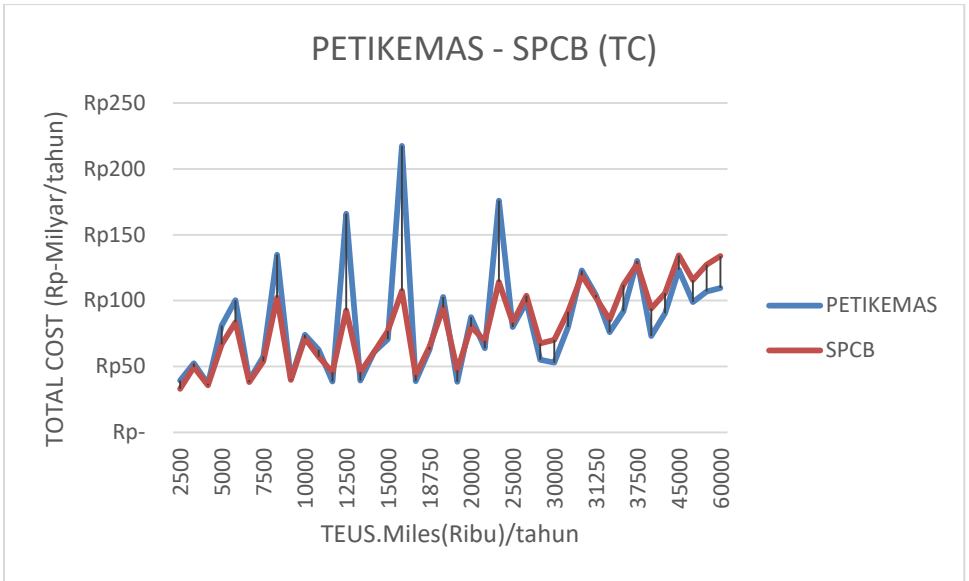
3. Perhitungan Biaya Pelayaran

VOYAGE COST			
Perhitungan Fuel Oil Cost			
1. Main Engine (MFO)			
	=	Rp	2.486.669.089 /roundtrip
	=		27.353.359.973,53 /tahun
2. Aux Engine (HSD)			
	=	Rp	346.333.369 /roundtrip
	=		3.809.667.058,76 /tahun
Total Fuel Oil	=	Rp	31.163.027.032 /tahun

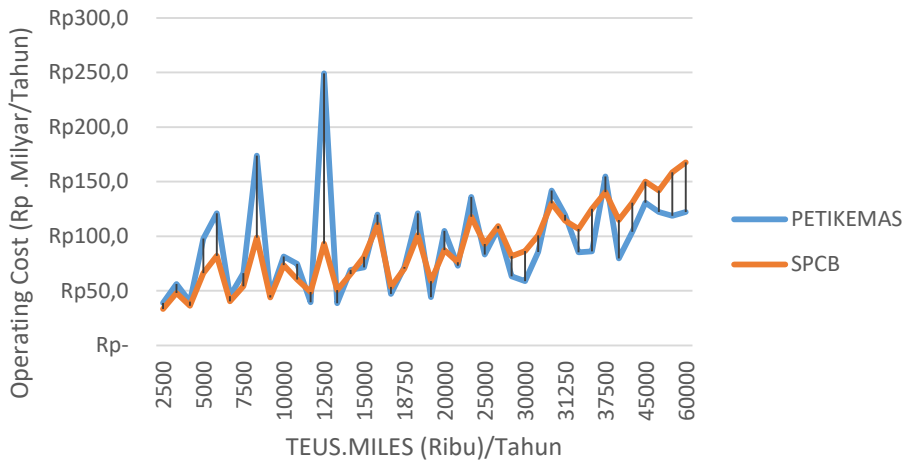
Perhitungan Port Charges Cost					
GT Kapal	=		3354,740	2 gerakan	
				1 etmal-hari	
SURABAYA (MUAT)					
Labuh	=	Rp	90	Per GT/Kunjungan	3.321.192 /tahun
Sandar					
Dermaga Beton	=	Rp	160	per GT/Etmal	5.904.342 /tahun
Pandu					
Tarif Tetap	=	Rp	136.000	Kapal/Gerakan	Rp 2.992.000,00 /tahun
Tarif Variable	=	Rp	28	per GT/Kapal/Gerakan	Rp 2.066.519,73 /tahun
Tunda					
Tariff Tetap	=	Rp	600.000	per Kapal yang Ditunda/Jam	Rp 6.600.000 /tahun
Tariff Variable	=	Rp	30	per GT/Kapal yang Ditunda/Jam	Rp 1.107.064,14 /tahun
					Rp 21.991.118,37 /tahun
SERUI					
Labuh	=	Rp	110	Per GT/Kunjungan	Rp 4.059.235,18 /tahun
Sandar					
Dermaga Beton	=	Rp	120	per GT/Etmal	4.428.257 /tahun
Pandu					
Tarif Tetap	=	Rp	136.000	Per Kapal/Gerakan	Rp 2.992.000,00 /tahun
Tarif Variable	=	Rp	28	per GT/Kapal/Gerakan	Rp 2.066.519,73 /tahun
Tunda					
Tariff Tetap	=	Rp	600.000	per Kapal yang Ditunda/Jam	Rp 6.600.000 /tahun
Tariff Variable	=	Rp	17	per GT/Kapal yang Ditunda/Jam	Rp 627.336,35 /tahun
					Rp 20.773.347,82 /tahun
Total Biaya Pelabuhan				Rp	42.764.466,19 /tahun
Total Biaya Voyage Cost = Rp 31.205.791.498 /tahun					

4. Biaya Bongkar muat

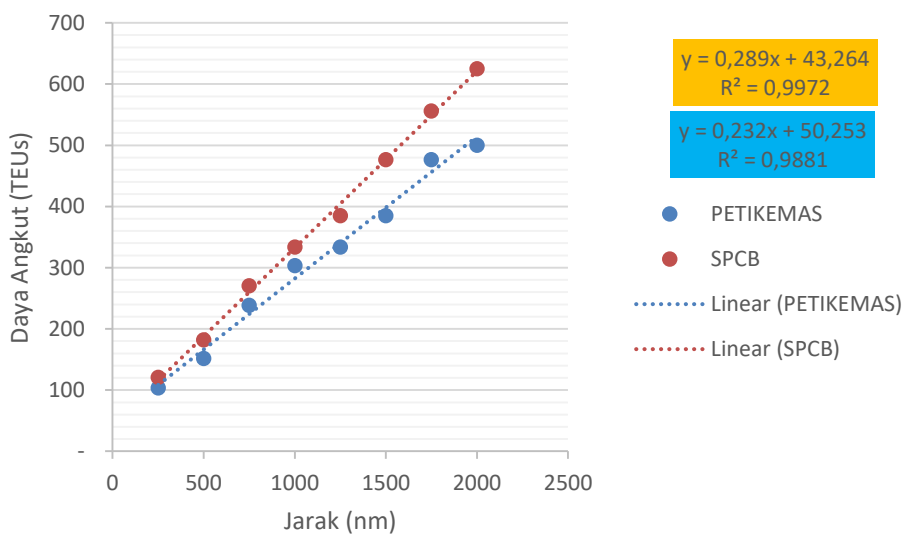
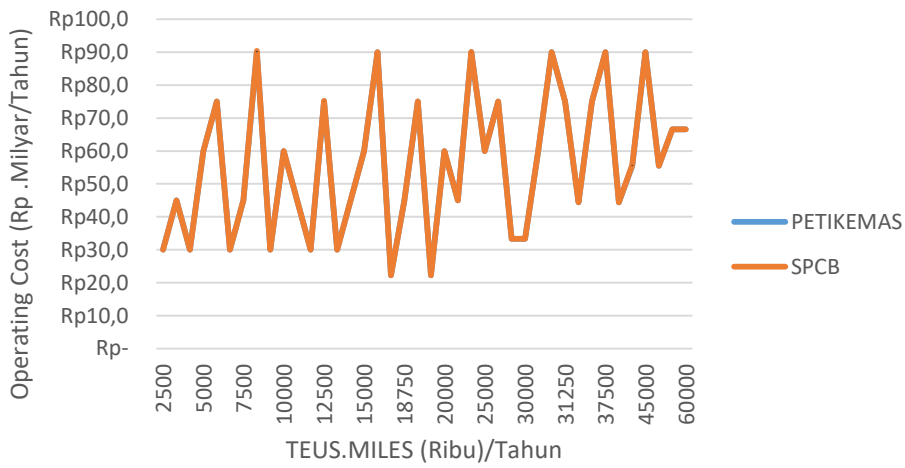
CARGO HANDLING COST				
Perhitungan Bongkar Muat				
Payload	=		227	TEUs
Muat	=	Rp	340.636.409	Rp/r.trip
Bongkar	=	Rp	163.505.476	Rp/r.trip
Total Biaya		= Rp	5.545.560.741	/tahun

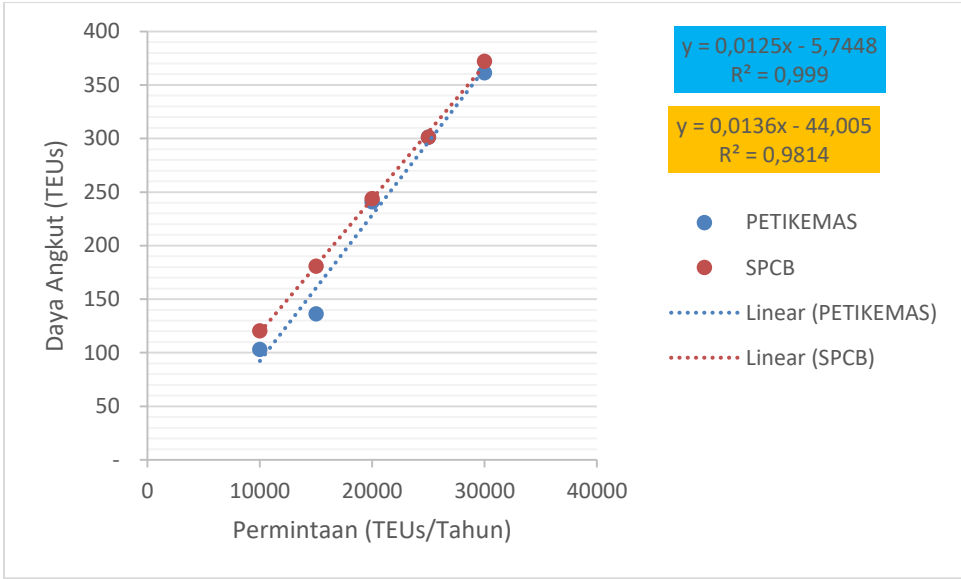


PETIKEMAS - SPCB (VC)



PETIKEMAS - SPCB (CHC)





5. REKAPAN

BIAYA KAPITAL (/TAHUN)			BIAYA OPERASIONAL (/TAHUN)			BIAYA PELAYARAN (/TAHUN)			BIAYA BONGKAR MUAT (/TAHUN)		
TEUS.MILES	PETIKEMAS	SPCB	TEUS.MILES	PETIKEMAS	SPCB	TEUS.MILES	PETIKEMAS	SPCB	TEUS.MILES	PETIKEMAS	SPCB
2.500.000	Rp 794.157.934	Rp 611.930.358	2.500.000	Rp 2.259.882.492	Rp 2.059.568.661	2.500.000	Rp 38.974.465.543	Rp 33.374.461.406	2.500.000	Rp 30.000.000.274	Rp 30.000.000.099
3.750.000	Rp 962.904.220	Rp 969.267.733	3.750.000	Rp 2.337.337.037	Rp 4.834.570.480	3.750.000	Rp 56.334.802.388	Rp 48.028.915.730	3.750.000	Rp 45.000.000.708	Rp 45.000.000.576
5.000.000	Rp 1.134.869.749	Rp 966.981.125	5.000.000	Rp 2.416.269.215	Rp 4.273.541.506	5.000.000	Rp 40.137.201.604	Rp 36.230.183.314	5.000.000	Rp 30.000.001.525	Rp 30.000.000.432
6.250.000	Rp 1.909.261.662	Rp 1.565.232.013	6.250.000	Rp 2.771.715.103	Rp 8.546.954.406	6.250.000	Rp 121.108.349.783	Rp 81.932.983.542	6.250.000	Rp 75.000.002.407	Rp 75.000.002.031
7.500.000	Rp 2.754.710.092	Rp 1.894.322.650	7.500.000	Rp 3.159.775.932	Rp 8.590.045.192	7.500.000	Rp 173.882.890.912	Rp 98.848.178.829	7.500.000	Rp 90.000.002.291	Rp 90.370.232.695
10.000.000	Rp 1.990.602.483	Rp 1.851.143.993	10.000.000	Rp 4.704.414.540	Rp 7.415.614.797	10.000.000	Rp 81.298.859.100	Rp 73.469.922.728	10.000.000	Rp 60.000.000.516	Rp 60.000.001.807
11.250.000	Rp 2.318.066.730	Rp 2.033.160.888	11.250.000	Rp 2.959.356.629	Rp 6.980.922.400	11.250.000	Rp 74.804.204.508	Rp 60.383.110.045	11.250.000	Rp 45.000.000.919	Rp 45.000.000.974
12.500.000	Rp 2.454.668.382	Rp 2.102.015.681	12.500.000	Rp 4.917.420.787	Rp 10.552.907.056	12.500.000	Rp 39.580.990.059	Rp 48.775.489.312	12.500.000	Rp 30.000.001.244	Rp 30.000.000.473
15.000.000	Rp 2.881.174.112	Rp 2.437.687.210	15.000.000	Rp 7.008.550.917	Rp 8.253.759.245	15.000.000	Rp 38.544.016.427	Rp 50.503.960.640	15.000.000	Rp 30.007.548.767	Rp 30.000.000.060
17.500.000	Rp 3.014.481.607	Rp 2.764.408.796	17.500.000	Rp 5.174.375.057	Rp 8.551.983.958	17.500.000	Rp 47.170.338.665	Rp 53.483.699.881	17.500.000	Rp 22.200.000.453	Rp 22.200.000.117
18.750.000	Rp 3.295.955.546	Rp 3.174.014.098	18.750.000	Rp 5.303.571.595	Rp 11.274.306.344	18.750.000	Rp 71.788.800.645	Rp 70.367.294.721	18.750.000	Rp 45.000.000.187	Rp 45.000.000.000
20.000.000	Rp 3.060.400.375	Rp 3.174.952.719	20.000.000	Rp 7.090.815.772	Rp 10.274.728.724	20.000.000	Rp 44.169.783.176	Rp 58.733.558.899	20.000.000	Rp 22.200.000.426	Rp 22.200.000.276
22.500.000	Rp 3.983.953.428	Rp 3.637.109.288	22.500.000	Rp 5.619.362.623	Rp 13.601.899.180	22.500.000	Rp 72.987.643.844	Rp 76.026.392.821	22.500.000	Rp 45.000.000.457	Rp 45.000.000.755
25.000.000	Rp 5.546.431.450	Rp 3.902.943.017	25.000.000	Rp 10.127.268.035	Rp 9.935.524.358	25.000.000	Rp 83.129.986.495	Rp 92.777.869.722	25.000.000	Rp 60.000.001.282	Rp 60.000.001.565
26.250.000	Rp 5.485.821.610	Rp 4.230.694.791	26.250.000	Rp 8.204.084.119	Rp 15.898.212.656	26.250.000	Rp 63.297.136.522	Rp 81.713.913.771	26.250.000	Rp 33.300.001.347	Rp 33.300.000.181
30.000.000	Rp 4.074.244.115	Rp 4.663.537.841	30.000.000	Rp 9.451.534.049	Rp 16.287.592.028	30.000.000	Rp 58.906.470.344	Rp 86.306.833.913	30.000.000	Rp 33.300.000.301	Rp 33.300.000.439
31.250.000	Rp 5.563.990.138	Rp 4.738.343.816	31.250.000	Rp 8.239.963.473	Rp 10.311.454.717	31.250.000	Rp 119.432.152.565	Rp 114.307.008.390	31.250.000	Rp 75.000.002.315	Rp 75.035.445.882
35.000.000	Rp 7.374.185.561	Rp 5.349.962.516	35.000.000	Rp 14.756.935.172	Rp 14.449.483.132	35.000.000	Rp 85.300.587.129	Rp 106.744.995.351	35.000.000	Rp 44.400.001.610	Rp 44.400.000.088
37.500.000	Rp 6.212.666.035	Rp 5.736.059.572	37.500.000	Rp 16.119.161.710	Rp 17.995.226.807	37.500.000	Rp 86.151.267.975	Rp 125.228.028.136	37.500.000	Rp 75.000.000.855	Rp 75.000.000.248
40.000.000	Rp 7.367.419.411	Rp 6.233.169.318	40.000.000	Rp 14.753.829.510	Rp 22.487.926.193	40.000.000	Rp 79.775.316.008	Rp 114.820.591.702	40.000.000	Rp 44.400.000.689	Rp 44.400.000.142
43.750.000	Rp 6.595.330.346	Rp 6.586.552.850	43.750.000	Rp 14.399.440.629	Rp 17.642.948.782	43.750.000	Rp 104.017.784.119	Rp 130.816.066.656	43.750.000	Rp 55.500.001.467	Rp 55.759.540.958
45.000.000	Rp 9.992.042.534	Rp 6.874.158.533	45.000.000	Rp 15.958.531.523	Rp 21.549.371.340	45.000.000	Rp 130.655.765.931	Rp 150.210.493.336	45.000.000	Rp 90.000.002.003	Rp 90.000.000.329
50.000.000	Rp 8.406.925.439	Rp 7.656.771.211	50.000.000	Rp 11.440.234.776	Rp 26.115.547.045	50.000.000	Rp 122.194.643.412	Rp 141.752.989.311	50.000.000	Rp 55.500.000.670	Rp 55.500.000.865
52.500.000	Rp 10.372.581.436	Rp 7.859.558.909	52.500.000	Rp 18.028.562.879	Rp 21.815.201.509	52.500.000	Rp 118.700.446.926	Rp 158.483.490.978	52.500.000	Rp 66.600.000.311	Rp 66.600.000.107
60.000.000	Rp 11.683.328.661	Rp 8.844.668.317	60.000.000	Rp 18.630.195.855	Rp 24.543.300.743	60.000.000	Rp 122.226.114.814	Rp 167.672.602.236	60.000.000	Rp 66.600.002.023	Rp 66.600.001.457

Lampiran 3. Rekapitan Hasil Solver

1226	FAK-FAK	2856580	Rp 7.060	Rp 8.655.231	118	1	Rp 4.984	Rp 6.109.779	90	1
849	NUNUKAN	1995150	Rp 9.160	Rp 7.776.975	102	1	Rp 7.015	Rp 5.955.700	68	1
1523	SERUI	3804454	Rp 6.022	Rp 9.171.923	119	1	Rp 5.401	Rp 8.225.751	70	2
546	PONTIANAK	1597596	Rp 13.168	Rp 7.189.901	101	1	Rp 10.931	Rp 5.968.497	65	1
1534	BIAK	6034756	Rp 5.278	Rp 8.096.763	164	1	Rp 5.156	Rp 7.909.462	70	3
1547	NABIRE	6664476	Rp 5.303	Rp 8.203.900	180	1	Rp 4.675	Rp 7.232.375	69	3
1055	TERNATE	4966940	Rp 6.855	Rp 7.231.836	143	1	Rp 5.550	Rp 5.855.539	84	2
950	GORONTALO	4568550	Rp 7.469	Rp 7.095.207	130	1	Rp 5.628	Rp 5.346.888	160	1
980	AMBON	4819640	Rp 7.205	Rp 7.060.615	133	1	Rp 5.848	Rp 5.731.375	82	2
599	PALU	3396330	Rp 12.129	Rp 7.264.978	73	1	Rp 7.916	Rp 4.741.806	118	1
311	BATULICIN	1867866	Rp 23.253	Rp 7.231.724	78	1	Rp 13.095	Rp 4.072.507	72	1
1374	MANOKWARI	9142596	Rp 5.238	Rp 7.196.546	119	2	Rp 4.842	Rp 6.652.583	103	3
1192	SORONG	10618336	Rp 7.008	Rp 8.354.031	318	1	Rp 5.211	Rp 6.210.951	119	3
741	BERAU	6646029	Rp 9.847	Rp 7.296.633	76	3	Rp 7.129	Rp 5.282.412	125	2
604	BAU-BAU	5466804	Rp 11.490	Rp 6.939.809	83	2	Rp 7.923	Rp 4.785.212	94	2
437	MAKASSAR	4201755	Rp 15.454	Rp 6.753.528	148	1	Rp 6.925	Rp 3.026.439	-	-
1464	TIMIKA	14358912	Rp 5.135	Rp 7.517.124	126	3	Rp 4.666	Rp 6.831.119	-	5
1021	BITUNG	10789928	Rp 9.268	Rp 9.462.999	320	1	Rp 5.334	Rp 5.445.538	189	2
289	SAMPIT	3078139	Rp 23.300	Rp 6.733.569	130	1	Rp 13.361	Rp 3.861.312	232	2
821	TARAKAN	9266627	Rp 8.584	Rp 7.047.371	134	2	Rp 6.535	Rp 5.365.323	102	3
1670	MERAUKE	21152220	Rp 4.918	Rp 8.213.354	192	2	Rp 4.168	Rp 6.960.400	135	5
1835	JAYAPURA	25467965	Rp 4.787	Rp 8.784.549	347	2	Rp 4.089	Rp 7.503.906	135	6
481	BALIKPAPAN	6997588	Rp 15.847	Rp 7.622.425	265	1	Rp 6.534	Rp 3.142.998	132	2
1130	BELAWAN	18758000	Rp 11.557	Rp 13.059.973	593	1	Rp 5.199	Rp 5.874.714	119	5
265	BANJARMASIN	7105180	Rp 25.326	Rp 6.711.314	162	2	Rp 12.148	Rp 3.219.273	68	5
535	SAMARINDA	17034400	Rp 14.176	Rp 7.583.933	194	3	Rp 10.320	Rp 5.521.457	152	5

SKENARIO		Vs = 10 KNOT				Vs = 8 KNOT		TEUS			
TUJUAN	TEUS.MILES	PETIKEMAS	UKURAN PETIKEMAS	WAKTU PERTIKEMAS	n PETIKEMAS	SELISIH	SPCB	UKURAN SPCB	WAKTU SPCB	n SPCB	
1	2.500.000	Rp 15.746	103		1	2.537	Rp 13.209	120		1	
2	5.000.000	Rp 7.369	152		1	222	Rp 7.147	91		2	
3	7.500.000	Rp 5.269	238		1	202	Rp 5.067	135		2	
4	10.000.000	Rp 4.023	303		1	34	Rp 3.989	167		2	
5	12.500.000	Rp 3.078	167		2	- 579	Rp 3.657	77		5	
6	15.000.000	Rp 2.615	128		3	- 425	Rp 3.040	119		4	
7	17.500.000	Rp 2.216	238		2	- 270	Rp 2.486	139		4	
8	20.000.000	Rp 1.913	167		3	- 447	Rp 2.360	125		5	
9	3.750.000	Rp 13.951	136		1	774	Rp 13.178	90		2	
10	7.500.000	Rp 7.685	273		1	490	Rp 7.195	91		3	
11	11.250.000	Rp 5.559	357		1	475	Rp 5.084	135		3	
12	15.000.000	Rp 4.069	227		2	11	Rp 4.058	125		4	
13	18.750.000	Rp 3.344	268		2	- 118	Rp 3.462	125		5	
14	22.500.000	Rp 2.835	313		2	- 251	Rp 3.086	120		6	
15	26.250.000	Rp 2.101	238		3	- 473	Rp 2.574	119		7	
16	30.000.000	Rp 1.762	197		4	- 580	Rp 2.343	134		7	
17	5.000.000	Rp 16.206	241		1	2.852	Rp 13.354	122		2	
18	10.000.000	Rp 7.400	182		2	263	Rp 7.137	121		3	
19	15.000.000	Rp 4.711	139		3	- 413	Rp 5.125	135		4	
20	20.000.000	Rp 4.369	303		2	360	Rp 4.009	167		4	
21	25.000.000	Rp 3.194	180		4	- 138	Rp 3.332	208		4	
22	30.000.000	Rp 2.667	208		4	- 383	Rp 3.050	136		7	
23	35.000.000	Rp 2.169	152		6	- 273	Rp 2.442	185		6	
24	40.000.000	Rp 1.829	167		6	- 521	Rp 2.349	139		9	
25	6.250.000	Rp 16.063	301		1	2.700	Rp 13.364	100		3	
26	12.500.000	Rp 13.282	521		1	5.872	Rp 7.410	160		3	
27	18.750.000	Rp 5.478	298		2	420	Rp 5.058	169		4	
28	25.000.000	Rp 3.952	169		4	- 198	Rp 4.150	119		7	
29	31.250.000	Rp 3.332	298		3	61	Rp 3.271	261		4	
30	37.500.000	Rp 2.446	137		7	- 540	Rp 2.986	170		7	
31	43.750.000	Rp 2.063	198		6	- 353	Rp 2.416	199		7	
32	50.000.000	Rp 1.975	329		4	- 335	Rp 2.310	156		10	
33	7.500.000	Rp 17.986	361		1	4.341	Rp 13.645	124		3	
34	15.000.000	Rp 14.504	181		2	7.348	Rp 7.156	136		4	
35	22.500.000	Rp 7.820	273		2	2.747	Rp 5.074	210		4	
36	30.000.000	Rp 4.094	303		3	117	Rp 3.977	200		5	
37	37.500.000	Rp 3.475	357		3	70	Rp 3.405	179		7	
38	45.000.000	Rp 2.740	208		6	- 245	Rp 2.985	179		8	
39	52.500.000	Rp 2.035	204		7	- 391	Rp 2.426	208		8	
40	60.000.000	Rp 1.826	226		7	- 404	Rp 2.231	208		9	

Lampiran 4. Perhitungan MultiPort

BIAYA PER UNIT							
	SUB	MAKASSAR	NABIRE	MANOKWARI	BIAK	SERUI	
SUB	Rp -	Rp 1.143.468	Rp 4.152.453	Rp 3.688.087	Rp 4.117.559	Rp 4.088.032	
MAKASSAR	Rp 4.088.032	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	
NABIRE	Rp 4.088.032	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	
MANOKWARI	Rp 4.088.032	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	
BIAK	Rp 4.088.032	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	
SERUI	Rp 4.088.032	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	

TOTAL JARAK	Total Permintaan	Total Solver	Unit Cost (Rp/TEUs.Miles)	PAYLOAD	DRAFT	PANJANG
1.835	39.465	27.009	2.684	1501 TEUs	7,2	150
1.697	42.853	26.814	2.474	1788 TEUs	7	150

PERMINTAAN						
	SUB	MAKASSAR	NABIRE	MANOKWARI	BIAK	SERUI
SUB	-	9615 TEUs	4308 TEUs	6654 TEUs	3934 TEUs	2498 TEUs
MAKASSAR	4808 TEUs	-	862 TEUs	1331 TEUs	787 TEUs	500 TEUs
NABIRE	862 TEUs		-	172 TEUs	266 TEUs	157 TEUs
MANOKWARI	1331 TEUs			-	34 TEUs	53 TEUs
BIAK	787 TEUs				-	7 TEUs
SERUI	500 TEUs					-

PERMINTAAN						
	SUB	MAKASSAR	AMBON	TUAL	FAK-FAK	KAIMANA
SUB	-	9615 TEUs	11970 TEUs	1536 TEUs	2330 TEUs	1363 TEUs
MAKASSAR	4808 TEUs	-	2394 TEUs	307 TEUs	466 TEUs	273 TEUs
AMBON	5985 TEUs	-	-	479 TEUs	61 TEUs	93 TEUs
TUAL	307 TEUs	-	-	-	96 TEUs	12 TEUs
FAK-FAK	466 TEUs	-	-	-	-	19 TEUs
KAIMANA	273 TEUs	-	-	-	-	-

BIAYA PER UNIT							
	SUB	MAKASSAR	AMBON	TUAL	FAK-FAK	KAIMANA	
SUB	Rp -	Rp 1.054.025	Rp 2.390.112	Rp 3.035.887	Rp 3.038.362	Rp 3.218.981	
MAKASSAR	Rp 3.218.981	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	
AMBON	Rp 3.218.981	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	
TUAL	Rp 3.218.981	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	
FAK-FAK	Rp 3.218.981	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	
KAIMANA	Rp 3.218.981	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	

Kondisi 1

BIAYA				
	1	2	3	4
CC	15.680.295.064	10.196.656.938	9.522.303.124	8.829.448.815
OC	10.987.983.434	6.575.629.534	6.266.101.134	5.948.081.006
VC	85.261.225.045	101.824.764.099	102.364.209.024	98.578.063.091
CHC Kapal	81.027.000.202	85.616.530.051	81.105.660.944	81.027.009.299
Biaya Penalty	108.036.000.606	16.042.994.208	8.082.636.960	15.498
Total Cost	300.992.504.352	220.256.574.829	207.340.911.185	194.382.617.709
Unit Cost (Rp/TEUs.Miles)	4.156	3.041	2.863	2.684
UKURAN				
	1	2	3	4
LPP	258,93	257,0	240,00	244,72
B	25,94	33,1	33,12	31,23
H	9,55	9,6	9,60	9,26
T	5,58	5,4	5,44	5,37
Cb	0,72	0,7	0,74	0,74
PAYLOAD	1.350	1.679	1.590	1.501
FREK.	20	17	17	18

BIAYA PER TRIP		LOAD FACTOR BERANGKAT				
Rp 5.399.517.159	Rp 8.381.746	65,00%	30%	30%	30%	34,35%
PER SHIPMENT		MAKASSAR	NABIRE	MANOKWARI	BIAK	SERUI
SUB						
SUB	-	348	72	111	66	48
MAKASSAR	268	-	48	74	44	28
NABIRE	48	-	-	10	15	9
MANOKWARI	74	-	-	-	2	3
BIAK	44	-	-	-	-	1
SERUI	28	-	-	-	-	-
462						
PROPORSI SEKALI ANGKUT / KAPAL						
SUB		MAKASSAR	NABIRE	MANOKWARI	BIAK	SERUI
SUB	0%	36%	16%	25%	15%	9%
MAKASSAR	18%	0%	3%	5%	3%	2%
NABIRE	3%	0%	0%	1%	1%	1%
MANOKWARI	5%	0%	0%	0%	0%	0%
BIAK	3%	0%	0%	0%	0%	0%
SERUI	2%	0%	0%	0%	0%	0%

BIAYA PER SHIPMENT						
	SUB	MAKASSAR	NABIRE	MANOKWARI	BIAK	SERUI
SUB	-	2.914.752.120	603.485.701	930.373.790	550.680.703	400.224.845
MAKASSAR	2.246.307.889	-	402.323.801	620.249.193	368.796.818	234.688.884
NABIRE	402.323.801	-	-	83.817.459	125.726.188	75.435.713
MANOKWARI	620.249.193	-	-	-	16.763.492	25.145.238
BIAK	368.796.818	-	-	-	-	8.381.746
SERUI	234.688.884	-	-	-	-	-
BIAYA PER SHIPMENT PER BOX						
	SUB	MAKASSAR	NABIRE	MANOKWARI	BIAK	SERUI
SUB	Rp -	Rp 8.381.746	Rp 8.381.746	Rp 8.381.746	Rp 8.381.746	Rp 8.381.746
MAKASSAR	Rp 8.381.746	Rp -	Rp 8.381.746	Rp 8.381.746	Rp 8.381.746	Rp 8.381.746
NABIRE	Rp 8.381.746	Rp -	Rp -	Rp 8.381.746	Rp 8.381.746	Rp 8.381.746
MANOKWARI	Rp 8.381.746	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 8.381.746	Rp 8.381.746
BIAK	Rp 8.381.746	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 8.381.746
SERUI	Rp 8.381.746	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -

Kondisi 2

PROPORSI SEKALI ANGKUT / KAPAL						
	SUB	MAKASSAR	AMBON	TUAL	FAK-FAK	KAIMANA
SUB	0%	36%	45%	6%	9%	5%
MAKASSAR	18%	0%	9%	1%	2%	1%
AMBON	22%	0%	0%	2%	0%	0%
TUAL	1%	0%	0%	0%	0%	0%
FAK-FAK	2%	0%	0%	0%	0%	0%
KAIMANA	1%	0%	0%	0%	0%	0%
BIAYA PER TRIP	LOAD FACTOR BERANGKAT					
Rp 4.498.228.952	Rp 2.516.351	50,00%	32%	20%	10%	10,00%
PER SHIPMENT	SUB	MAKASSAR	AMBON	TUAL	FAK-FAK	KAIMANA
SUB	-	321	257	20	16	9
MAKASSAR	321	-	160	20	31	18
AMBON	399	-	-	32	4	6
TUAL	20	-	-	-	6	1
FAK-FAK	31	-	-	-	-	1
KAIMANA	18	-	-	-	-	-
	789					

BIAYA PER SHIPMENT PER BOX						
	SUB	MAKASSAR	AMBON	TUAL	FAK-FAK	KAIMANA
SUB	Rp -	Rp 5.032.702	Rp 7.805.000	Rp 12.581.755	Rp 25.163.509	Rp 25.163.509
MAKASSAR	Rp 2.516.351	Rp -	Rp 2.516.351	Rp 2.516.351	Rp 2.516.351	Rp 2.516.351
AMBON	Rp 2.516.351	Rp -	Rp -	Rp 2.516.351	Rp 2.516.351	Rp 2.516.351
TUAL	Rp 2.516.351	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 2.516.351	Rp 2.516.351
FAK-FAK	Rp 2.516.351	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 2.516.351
KAIMANA	Rp 2.516.351	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -
BIAYA PER SHIPMENT						
	SUB	MAKASSAR	AMBON	TUAL	FAK-FAK	KAIMANA
SUB	Rp -	Rp 1.612.980.957	Rp 2.008.048.055	Rp 257.674.337	Rp 390.873.180	Rp 228.652.423
MAKASSAR	Rp 806.490.478	Rp -	Rp 401.609.611	Rp 51.534.867	Rp 78.174.636	Rp 45.730.485
AMBON	Rp 1.004.024.028	Rp -	Rp -	Rp 80.321.922	Rp 10.306.973	Rp 15.634.927
TUAL	Rp 51.534.867	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 16.064.384	Rp 2.061.395
FAK-FAK	Rp 78.174.636	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp 3.212.877
KAIMANA	Rp 45.730.485	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -

UKURAN				
	1	2	3	4
LPP	232,99	235,99	234,87	273,65
B	23,30	23,60	23,52	34,64
H	8,00	7,87	7,97	9,21
T	4,78	4,83	4,86	5,47
Cb	0,75	0,75	0,75	0,70
PAYLOAD	1.017	1.031	1.031	1.788
FREKUENSI	27	26	26	20

BIAYA				
	1	2	3	4
CC	Rp 10.887.682.733	11.044.211.837	11.066.822.093	7.642.512.030
OC	Rp 8.788.174.374	8.860.021.233	8.870.399.341	5.403.277.022
VC	Rp 84.731.861.242	83.527.099.014	83.383.350.516	86.441.364.434
CHC Kapal	Rp 82.395.621.264	80.442.000.000	80.442.000.000	80.442.001.726
	Rp 79.548.277.351	72.191.538.462	72.191.538.462	2.877
Total Cost	266.351.616.965	256.064.870.545	255.954.110.412	179.929.158.090
Unit Cost (Rp/TEUs.Miles)	3.663	3.521	3.520	2.474

PROPORSI SEKALI ANGKUT / KAPAL						
	SUB	MAKASSAR	AMBON	TUAL	FAK-FAK	KAIMANA
SUB	0%	36%	45%	6%	9%	5%
MAKASSAR	18%	0%	9%	1%	2%	1%
AMBON	22%	0%	0%	2%	0%	0%
TUAL	1%	0%	0%	0%	0%	0%
FAK-FAK	2%	0%	0%	0%	0%	0%
KAIMANA	1%	0%	0%	0%	0%	0%
BIAYA PER TRIP	LOAD FACTOR BERANGKAT					
Rp 4.498.228.952	Rp 2.516.351	50,00%	32%	20%	10%	10,00%
PER SHIPMENT		MAKASSAR	AMBON	TUAL	FAK-FAK	KAIMANA
	SUB					
SUB	-	321	257	20	16	9
MAKASSAR	321	-	160	20	31	18
AMBON	399	-	-	32	4	6
TUAL	20	-	-	-	6	1
FAK-FAK	31	-	-	-	-	1
KAIMANA	18	-	-	-	-	-
	789					

PROFIT PER SHIPMENT PER BOX							
TARIF SAAT INI		Rp 7.100.000	Rp 7.805.000	Rp 9.500.000	Rp 12.900.000	Rp 8.850.000	
	SUB	MAKASSAR	AMBON	TUAL	FAK-FAK	KAIMANA	
SUB		Rp 2.067.298	-Rp 0	-Rp 3.081.755	-Rp 12.263.509	-Rp 16.313.509	
MAKASSAR	Rp 4.583.649						
AMBON	Rp 5.288.649						
TUAL	Rp 6.983.649						
FAK-FAK	Rp 10.383.649						PER SHIPMENT
KAIMANA	Rp 6.333.649						Rp 662.569.060
						DAILY FREK	3
					BLN/THN	11	33
						REVENUE/THN	Rp 21.864.778.987
PENDAPATAN PER SHIPMENT							
	SUB	MAKASSAR	AMBON	TUAL	FAK-FAK	KAIMANA	
SUB	Rp -	Rp 2.275.550.017	Rp 2.008.048.055	Rp 194.560.001	Rp 200.380.001	Rp 80.417.001	
MAKASSAR	Rp 2.275.550.017						
AMBON	Rp 3.114.195.023						
TUAL	Rp 194.560.001						
FAK-FAK	Rp 400.760.003						
KAIMANA	Rp 160.834.001						

1226	FAK-FAK	2856580	Rp 7.060	Rp 8.655.231	118	1	Rp 4.984	Rp 6.109.779	90	1
849	NUNUKAN	1995150	Rp 9.160	Rp 7.776.975	102	1	Rp 7.015	Rp 5.955.700	68	1
1523	SERUI	3804454	Rp 6.022	Rp 9.171.923	119	1	Rp 5.401	Rp 8.225.751	70	2
546	PONTIANAK	1597596	Rp 13.168	Rp 7.189.901	101	1	Rp 10.931	Rp 5.968.497	65	1
1534	BIAK	6034756	Rp 5.278	Rp 8.096.763	164	1	Rp 5.156	Rp 7.909.462	70	3
1547	NABIRE	6664476	Rp 5.303	Rp 8.203.900	180	1	Rp 4.675	Rp 7.232.375	69	3
1055	TERNATE	4966940	Rp 6.855	Rp 7.231.836	143	1	Rp 5.550	Rp 5.855.539	84	2
950	GORONTALO	4568550	Rp 7.469	Rp 7.095.207	130	1	Rp 5.628	Rp 5.346.888	160	1
980	AMBON	4819640	Rp 7.205	Rp 7.060.615	133	1	Rp 5.848	Rp 5.731.375	82	2
599	PALU	3396330	Rp 12.129	Rp 7.264.978	73	1	Rp 7.916	Rp 4.741.806	118	1
311	BATULICIN	1867866	Rp 23.253	Rp 7.231.724	78	1	Rp 13.095	Rp 4.072.507	72	1
1374	MANOKWARI	9142596	Rp 5.238	Rp 7.196.546	119	2	Rp 4.842	Rp 6.652.583	103	3
1192	SORONG	10618336	Rp 7.008	Rp 8.354.031	318	1	Rp 5.211	Rp 6.210.951	119	3
741	BERAU	6646029	Rp 9.847	Rp 7.296.633	76	3	Rp 7.129	Rp 5.282.412	125	2
604	BAU-BAU	5466804	Rp 11.490	Rp 6.939.809	83	2	Rp 7.923	Rp 4.785.212	94	2
437	MAKASSAR	4201755	Rp 15.454	Rp 6.753.528	148	1	Rp 6.925	Rp 3.026.439	-	-
1464	TIMIKA	14358912	Rp 5.135	Rp 7.517.124	126	3	Rp 4.666	Rp 6.831.119	-	5
1021	BITUNG	10789928	Rp 9.268	Rp 9.462.999	320	1	Rp 5.334	Rp 5.445.538	189	2
289	SAMPIT	3078139	Rp 23.300	Rp 6.733.569	130	1	Rp 13.361	Rp 3.861.312	232	2
821	TARAKAN	9266627	Rp 8.584	Rp 7.047.371	134	2	Rp 6.535	Rp 5.365.323	102	3
1670	MERAUKE	21152220	Rp 4.918	Rp 8.213.354	192	2	Rp 4.168	Rp 6.960.400	135	5
1835	JAYAPURA	25467965	Rp 4.787	Rp 8.784.549	347	2	Rp 4.089	Rp 7.503.906	135	6
481	BALIKPAPAN	6997588	Rp 15.847	Rp 7.622.425	265	1	Rp 6.534	Rp 3.142.998	132	2
1130	BELAWAN	18758000	Rp 11.557	Rp 13.059.973	593	1	Rp 5.199	Rp 5.874.714	119	5
265	BANJARMASIN	7105180	Rp 25.326	Rp 6.711.314	162	2	Rp 12.148	Rp 3.219.273	68	5
535	SAMARINDA	17034400	Rp 14.176	Rp 7.583.933	194	3	Rp 10.320	Rp 5.521.457	152	5

SKENARIO		Vs = 10 KNOT				Vs = 8 KNOT		TEUS			
TUJUAN	TEUS.MILES	PETIKEMAS	UKURAN PETIKEMAS	WAKTU PERTIKEMAS	n PETIKEMAS	SELISIH	SPCB	UKURAN SPCB	WAKTU SPCB	n SPCB	
1	2.500.000	Rp 15.746	103		1	2.537	Rp 13.209	120		1	
2	5.000.000	Rp 7.369	152		1	222	Rp 7.147	91		2	
3	7.500.000	Rp 5.269	238		1	202	Rp 5.067	135		2	
4	10.000.000	Rp 4.023	303		1	34	Rp 3.989	167		2	
5	12.500.000	Rp 3.078	167		2	- 579	Rp 3.657	77		5	
6	15.000.000	Rp 2.615	128		3	- 425	Rp 3.040	119		4	
7	17.500.000	Rp 2.216	238		2	- 270	Rp 2.486	139		4	
8	20.000.000	Rp 1.913	167		3	- 447	Rp 2.360	125		5	
9	3.750.000	Rp 13.951	136		1	774	Rp 13.178	90		2	
10	7.500.000	Rp 7.685	273		1	490	Rp 7.195	91		3	
11	11.250.000	Rp 5.559	357		1	475	Rp 5.084	135		3	
12	15.000.000	Rp 4.069	227		2	11	Rp 4.058	125		4	
13	18.750.000	Rp 3.344	268		2	- 118	Rp 3.462	125		5	
14	22.500.000	Rp 2.835	313		2	- 251	Rp 3.086	120		6	
15	26.250.000	Rp 2.101	238		3	- 473	Rp 2.574	119		7	
16	30.000.000	Rp 1.762	197		4	- 580	Rp 2.343	134		7	
17	5.000.000	Rp 16.206	241		1	2.852	Rp 13.354	122		2	
18	10.000.000	Rp 7.400	182		2	263	Rp 7.137	121		3	
19	15.000.000	Rp 4.711	139		3	- 413	Rp 5.125	135		4	
20	20.000.000	Rp 4.369	303		2	360	Rp 4.009	167		4	
21	25.000.000	Rp 3.194	180		4	- 138	Rp 3.332	208		4	
22	30.000.000	Rp 2.667	208		4	- 383	Rp 3.050	136		7	
23	35.000.000	Rp 2.169	152		6	- 273	Rp 2.442	185		6	
24	40.000.000	Rp 1.829	167		6	- 521	Rp 2.349	139		9	
25	6.250.000	Rp 16.063	301		1	2.700	Rp 13.364	100		3	
26	12.500.000	Rp 13.282	521		1	5.872	Rp 7.410	160		3	
27	18.750.000	Rp 5.478	298		2	420	Rp 5.058	169		4	
28	25.000.000	Rp 3.952	169		4	- 198	Rp 4.150	119		7	
29	31.250.000	Rp 3.332	298		3	61	Rp 3.271	261		4	
30	37.500.000	Rp 2.446	137		7	- 540	Rp 2.986	170		7	
31	43.750.000	Rp 2.063	198		6	- 353	Rp 2.416	199		7	
32	50.000.000	Rp 1.975	329		4	- 335	Rp 2.310	156		10	
33	7.500.000	Rp 17.986	361		1	4.341	Rp 13.645	124		3	
34	15.000.000	Rp 14.504	181		2	7.348	Rp 7.156	136		4	
35	22.500.000	Rp 7.820	273		2	2.747	Rp 5.074	210		4	
36	30.000.000	Rp 4.094	303		3	117	Rp 3.977	200		5	
37	37.500.000	Rp 3.475	357		3	70	Rp 3.405	179		7	
38	45.000.000	Rp 2.740	208		6	- 245	Rp 2.985	179		8	
39	52.500.000	Rp 2.035	204		7	- 391	Rp 2.426	208		8	
40	60.000.000	Rp 1.826	226		7	- 404	Rp 2.231	208		9	

Lampiran 5. Data Kapal Perusahaan Pelayaran di Indonesia

MERATUS					
NO	VESSEL NAME	CAPACITY		CAPACITY TOTAL	HARGA/TAHUN
		(TEU)			
1	MULTI EXPRESS	96	160	256	\$ 894.876,80
2	TERRITORY TRADER	96	160	256	\$ 894.876,80
3	MERATUS SANGATTA	108	62	170	\$ 799.993,00
4	MERATUS SABANG	56	64	120	\$ 744.828,00
5	MERATUS SIBOLGA	56	64	120	\$ 744.828,00
6	MERATUS BENOA	368		368	\$ 1.018.446,40
7	MERATUS BORNEO	368		368	\$ 1.018.446,40
8	MERATUS BARITO	368		368	\$ 1.018.446,40
9	MERATUS BONTANG	368		368	\$ 1.018.446,40
10	MENTAYA RIVER	142	184	326	\$ 972.107,80
11	MERATUS PROJECT 1	138	374	512	\$ 1.177.321,60
12	MERATUS ULTIMA 1	170	285	455	\$ 1.114.433,50
13	MERATUS ULTIMA 2	170	285	455	\$ 1.114.433,50
14	RED ROCK	138	374	512	\$ 1.177.321,60
15	RED RESOURCE	148	225	373	\$ 1.023.962,90
16	RELIANCE	148	243	391	\$ 1.043.822,30
17	RED ROVER	141	179	320	\$ 965.488,00
18	MERATUS DILI	162	438	600	\$ 1.274.412,00
19	MERATUS KENDARI 1	206	393	599	\$ 1.273.308,70
20	MERATUS PEKANBARU	200	418	618	\$ 1.294.271,40
21	MERATUS PALEMBANG	200	418	618	\$ 1.294.271,40
22	MERATUS BANJAR 1	191	386	577	\$ 1.249.036,10
23	MERATUS AMBON	266	338	604	\$ 1.278.825,20
24	MERATUS KAPUAS	246	312	558	\$ 1.228.073,40
25	MERATUS KAMPAR	246	312	558	\$ 1.228.073,40

26	MERATUS KAHAYAN	246	312	558	\$	1.228.073,40
27	MERATUS KATINGAN	246	312	558	\$	1.228.073,40
28	MERATUS KARIANGAU	246	312	558	\$	1.228.073,40
29	MERATUS KARIMATA	246	312	558	\$	1.228.073,40
30	MERATUS LABUAN BAJO	624		624	\$	1.300.891,20
31	MERATUS LARANTUKA	624	-	624	\$	1.300.891,20
32	MERATUS LEMBAR	624	-	624	\$	1.300.891,20
33	MERATUS LEMBATA	624	-	624	\$	1.300.891,20
34	MERATUS KELIMUTU	262	540	802	\$	1.497.278,60
35	MERATUS KUPANG	262	569	831	\$	1.529.274,30
36	MERATUS KALABAHI	262	569	831	\$	1.529.274,30
37	MERATUS MINAHASA	350	767	1117	\$	1.844.818,10
38	MERATUS MANADO	314	534	848	\$	1.548.030,40
39	MERATUS PROJECT 3	334	331	665	\$	1.346.126,50
40	MARINA STAR 1	304	542	846	\$	1.545.823,80
41	MERATUS BATAM	348	562	910	\$	1.616.435,00
42	MERATUS MAKASSAR	646	458	1104	\$	1.830.475,20
43	MERATUS MAMIRI	646	458	1104	\$	1.830.475,20
44	MERATUS MALINO	646	458	1104	\$	1.830.475,20
45	MERATUS WAIGEO	814		814	\$	1.510.518,20
46	MERATUS WAINGAPU	814	-	814	\$	1.510.518,20
47	MERATUS MEDAN 1	482	519	1001	\$	1.716.835,30
48	MERATUS MEDAN 2	548	840	1388	\$	2.143.812,40
49	MERATUS MEDAN 3	552	852	1404	\$	2.161.465,20
50	MERATUS MEDAN 5	570	990	1560	\$	2.333.580,00
51	MERATUS GORONTALO	486	519	1005	\$	1.721.248,50

52	MERATUS SEMARANG	548	754	1302	\$ 2.048.928,60
53	MERATUS JAYAPURA	878	1235	2113	\$ 2.943.704,90
54	MERATUS JAYAKARTA	992	1482	2474	\$ 3.341.996,20
55	MERATUS JAYAWIJAYA	992	1482	2474	\$ 3.341.996,20
56	MERATUS TOMINI	1106	1596	2702	\$ 3.593.548,60

SPIL			
NAMA KAPAL	CODE	CAPACITY ACTUAL (TON)	HARGA/TAHUN
5	DERAJAT	288	\$ 930.182,40
4	PRATIWI SATU	286	\$ 927.975,80
3	BGI	283	\$ 924.665,90
1	BC SRA	27	\$ 642.221,10
2	MULI ANIM	208	\$ 841.918,40
8	BALI AYU	288	\$ 930.182,40
9	AKASIA	288	\$ 930.182,40
10	PAHALA	288	\$ 930.182,40
11	MAG	288	\$ 930.182,40
7	PRATIWI RAYA	288	\$ 930.182,40
17	TELUK BINTUNI	386	\$ 1.038.305,80
14	BALI SANUR	296	\$ 939.008,80
15	PEKAN RIAU	340	\$ 987.554,00
16	PEKAN BERAU	352	\$ 1.000.793,60
12	FORTUNE	288	\$ 930.182,40
13	BKU	296	\$ 939.008,80
6	PHOENIX	288	\$ 930.182,40
26	ARMADA SEJATI	495	\$ 1.158.565,50
25	PULAU LAYANG	480	\$ 1.142.016,00

28	TITANIUM	533	\$ 1.200.490,90
29	VERTIKAL	533	\$ 1.200.490,90
24	PULAU HOKI	480	\$ 1.142.016,00
27	PEKAN FAJAR	530	\$ 1.197.181,00
18	TFL	386	\$ 1.038.305,80
19	TELUK BERAU	388	\$ 1.040.512,40
20	ASI	400	\$ 1.053.752,00
21	ARMADA SENADA	453	\$ 1.112.226,90
22	ARMADA SERASI	453	\$ 1.112.226,90
23	ARMADA SEGAR	453	\$ 1.112.226,90
33	MINAS BARU	576	\$ 1.247.932,80
30	OSA	538	\$ 1.206.007,40
31	ORIENTAL PASIFIC	538	\$ 1.206.007,40
32	PULAU WETAR	568	\$ 1.239.106,40
35	PULAU NUNUKAN	628	\$ 1.305.304,40
38	ARMADA PURNAMA	752	\$ 1.442.113,60
39	HIJAU SEGAR	797	\$ 1.491.762,10
48	LUZON	1122	\$ 1.850.334,60
41	VERIZON	818	\$ 1.514.931,40
34	SELILI BARU	576	\$ 1.247.932,80
40	HIJAU JELITA	802	\$ 1.497.278,60
42	SPIL HANA	899	\$ 1.604.298,70
45	SPIL HAYU	913	\$ 1.619.744,90
46	ORIENTAL GOLD	1001	\$ 1.716.835,30
47	ARMADA PAPUA	1016	\$ 1.733.384,80

37	HIJAU TERANG	746	\$ 1.435.493,80
36	ARMADA PERMATA	714	\$ 1.400.188,20
43	SPIL HAPSRI	913	\$ 1.619.744,90
50	ORIENTAL SILVER	1157	\$ 1.888.950,10
51	HSAA	1441	\$ 2.202.287,30
52	ORIENTAL GALAXY	1510	\$ 2.278.415,00
44	SPIL HASYA	913	\$ 1.619.744,90
49	ORIENTAL EMERALD	1157	\$ 1.888.950,10
53	ORIENTAL JADE	1743	\$ 2.535.483,90
54	ORIENTAL RUBY	1795	\$ 2.592.855,50
55	OMU	1799	\$ 2.597.268,70
56	ORIENTAL DIAMOND	2262	\$ 3.108.096,60
57	SPIL NISAKA	2470	\$ 3.337.583,00
58	SPIL NITA	2474	\$ 3.341.996,20
59	SPIL NIKEN	2532	\$ 3.405.987,60
60	SPIL NINGSIH	2532	\$ 3.405.987,60
61	SPIL NIRMALA	2532	\$ 3.405.987,60
62	SPIL CAYA	3534	\$ 4.511.494,20
63	SPIL CITRA	3535	\$ 4.512.597,50

SAMUDERA INDONESIA		
Name of Vessel	Capacity	HARGA/TAHUN
PAC CERGAS	546	\$ 1.214.833,80
SINAR JEPARA	378	\$ 1.029.479,40
Sinar 11	378	\$ 1.029.479,40
Siam Airawat 12	265	\$ 904.806,50
Sinar Ambon	287	\$ 929.079,10

DA PING	610	\$ 1.285.445,00
XING PING	629	\$ 1.306.407,70
HERM	750	\$ 1.439.907,00
SINAR BANDUNG	1054	\$ 1.775.310,20
DONG HAI	610	\$ 1.285.445,00
KUO TAI	1295	\$ 2.041.205,50
SINAR SOLO	1060	\$ 1.781.930,00
SINAR BALI	1064	\$ 1.786.343,20
SINAR BIMA	1118	\$ 1.845.921,40
SINAR BINTAN	1054	\$ 1.775.310,20
SINAR BANDA	1060	\$ 1.781.930,00
SINAR POMALAA	609	\$ 1.284.341,70
SINAR SUMBA	1740	\$ 2.532.174,00
SINAR SABANG	1740	\$ 2.532.174,00
ARICA BRIDGE	2450	\$ 3.315.517,00
NYK JOANNA	2664	\$ 3.551.623,20
SUNSHINE BANDAMA	1708	\$ 2.496.868,40
BRIDGE	2174	\$ 3.011.006,20
KOTA WAJAR	1550	\$ 2.322.547,00
LUCKY MERRY	1577	\$ 2.352.336,10
IWASHIRO	1613	\$ 2.392.054,90
KANWAY GALAXY	1637	\$ 2.418.534,10
MAX KING	1702	\$ 2.490.248,60
MILLENNIUM BRIGHT	1708	\$ 2.496.868,40

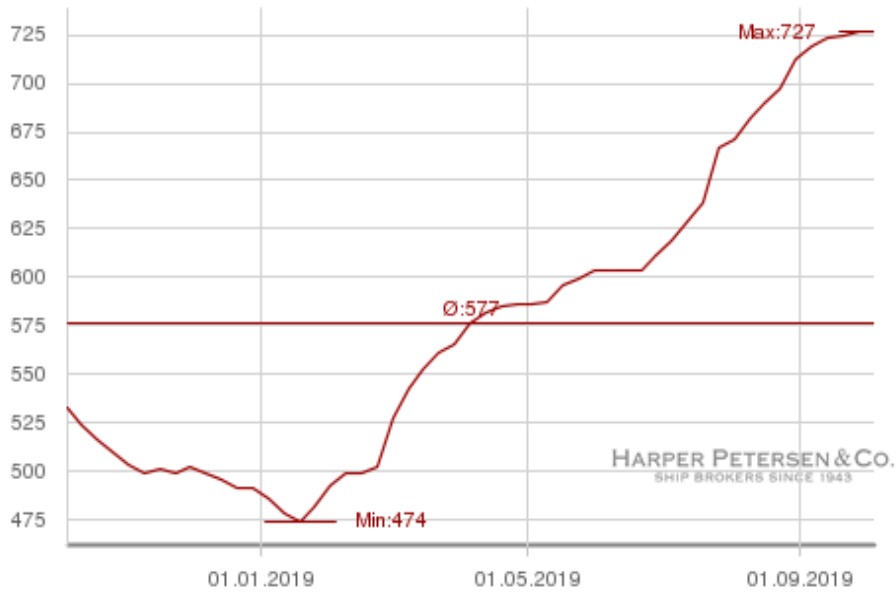
TEMAS			
List of Vessels	DWT	Capacity (TEUS)	HARGA/TAHUN
KM CURUG MAS	5300	360	\$ 1.009.620,00
KM GULF MAS	5300	360	\$ 1.009.620,00
KM PALUNG MAS	5300	360	\$ 1.009.620,00
KM TELUK MAS	5300	360	\$ 1.009.620,00
KM KISIK MAS	5300	360	\$ 1.009.620,00
KM MUARA MAS	5300	360	\$ 1.009.620,00
KM KAWA MAS	5300	360	\$ 1.009.620,00
KM KEDUNG MAS	5300	360	\$ 1.009.620,00
KM ESTUARI MAS	8100	537	\$ 1.204.904,10
KM AYER MAS	5300	360	\$ 1.009.620,00
KM TASIK MAS	8180	558	\$ 1.228.073,40
KM MARE MAS	8100	537	\$ 1.204.904,10
KM HILIR MAS	8180	558	\$ 1.228.073,40
KM KANAL MAS	8180	558	\$ 1.228.073,40

KM JALES MAS	8100	537	\$ 1.204.904,10
KM KALI MAS	8100	537	\$ 1.204.904,10
KM BAHAR MAS	5300	360	\$ 1.009.620,00
KM SITU MAS	38121	2702	\$ 3.593.548,60
KM SEGARA MAS	38103	2702	\$ 3.593.548,60

TANTO		
Name	TEU	HARGA/TAHUN
TANTO SENTOSA	256	\$ 894.876,80
TANTO FAJAR I	221	\$ 856.261,30
TANTO MANDIRI	81	\$ 701.799,30
TANTO LANCAR	0	
TANTO LUAS	0	
TANTO AMAN	338	\$ 985.347,40
TANTO CERIA	361	\$ 1.010.723,30
LUMOSO BAHAGIA	368	\$ 1.018.446,40
LUMOSO SELAMAT	368	\$ 1.018.446,40
TANTO ABADI	270	\$ 910.323,00
TANTO RAYA	588	\$ 1.261.172,40
TANTO MANIS	537	\$ 1.204.904,10
TANTO HEMAT	537	\$ 1.204.904,10
TANTO LESTARI	569	\$ 1.240.209,70
TANTO SUBUR I	385	\$ 1.037.202,50

TANTO SURYA	480	\$ 1.142.016,00
TANTO HORAS	259	\$ 898.186,70
TANTO TENANG	834	\$ 1.532.584,20
KARUNIA	812	\$ 1.508.311,60
TANTO JAYA	1060	\$ 1.781.930,00
TANTO BERSAMA	1404	\$ 2.161.465,20
TANTO DAMAI	740	\$ 1.428.874,00
TANTO STAR	846	\$ 1.545.823,80
TANTO EXPRESS	662	\$ 1.342.816,60
TANTO SAKTI I	665	\$ 1.346.126,50
TANTO SAKTI II	665	\$ 1.346.126,50
TANTO SEMANGAT	710	\$ 1.395.775,00
TANTO SENANG	710	\$ 1.395.775,00
TANTO TERANG	736	\$ 1.424.460,80

3 months | 6 months | 1 year | 2 years | 5 years | 10 years | total



Data

HARPEX Index	Vessel Size in TEU - Rates in US\$								
	700	1100	1700	2500	2700	3500	4250	6500	8500
04.10.19 727	4,900	6,150	8,400	9,800	10,800	12,000	14,000	26,000	30,000
27.09.19 726	4,900	6,150	8,300	9,400	10,700	12,000	14,350	26,000	30,000
20.09.19 725	5,000	6,150	8,400	9,400	10,700	12,000	14,350	25,500	30,000
13.09.19 723	5,000	6,150	8,400	9,400	10,500	12,000	14,350	25,500	30,000

REGRESI

